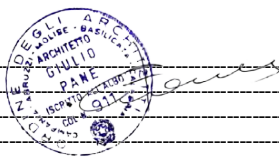


Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
Nr. 1 A05024a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Tramezzature di latero-gesso in pannelli preintonacati, rispondenti ai CAM (Criteri Ambientali Minimi) di cui al DM Ministero dell'Ambiente 11/10/2017, delle dimensioni di 33 x 100 cm, con incastri laterali maschio-femmina, euroclasse di reazione al fuoco A1, comprese tracce alle testate ed ammorsature, stuccatura dei giunti, tagli a misura ed ogni altro onere e magistero per fornire l'opera eseguita a perfetta regola d'arte: spessore 8 cm, E.I. 90 euro (quarantanove/69)	mq	49,69
Nr. 2 A08018	(Rif. Prezzario Molise 2022). Finitura ad applicazione manuale con rasante minerale premiscelato a base di calce idraulica e inerti dato a due passate su sottofondo esistente euro (undici/15)	mq	11,15
Nr. 3 A14008b	(Rif. Prezzario Molise 2022). Rivestimento in ceramica monocottura di pasta bianca in piastrelle ottenute per pressatura, ad uso residenziale, grado di assorbimento acqua gruppo BIII GL a norma UNI EN 14411, in opera con idoneo collante, compresi tagli, sfridi e stuccature dei giunti, esclusi pezzi speciali: 10 x 10 cm: effetto tinta unita, spessore 7 mm euro (settantadue/77)	mq	72,77
Nr. 4 A17002a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Stuccatura saltuaria e parziale di superfici interne, compresa scartavetratura delle parti stuccate: tra il 10 % e il 20% del totale, da valutare al mq per l'intera superficie euro (cinque/12)	mq	5,12
Nr. 5 A17004	(Rif. Prezzario Molise 2022). Fondo fissante ed isolante a base di silicato di potassio, applicato a pennello euro (due/81)	mq	2,81
Nr. 6 A17018a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Pittura per interni, ecologica, ai silicati conforme alla normativa DIN 18363, 2.4.1. composta da legante e pigmenti inorganici derivanti da prodotti naturali, privi di solventi, con caratteristiche fotocatalitiche di riduzione delle sostanze inquinanti e abbattimento degli odori, applicata in due mani a pennello, a rullo o a spruzzo bianca euro (sei/34)	mq	6,34
Nr. 7 A17066a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Verniciatura a smalto in colori correnti chiari per opere in ferro, applicato a pennello in due mani a coprire, e ogni altro mezzo d'opera, onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte: smalto oleosintetico opaco euro (diciassette/56)	mq	17,56
Nr. 8 A19014c	(Rif. Prezzario Molise 2022). Porta interna in legno con anta mobile tamburata e con bordi impiallacciati, completa di telaio maestro in listellare impiallacciato dello spessore di 8/11 mm, coprifili ad incastro in multistrato e tutta la ferramenta necessaria per il fissaggio, movimento e chiusura, delle dimensioni standard di 210 x 60 ÷ 90 cm: con anta cieca liscia: laccata bianca euro (trecentotrentaquattro/75)	cad	334,75
Nr. 9 AP01	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.020.200.a). Scavo manuale in terreno archeologico compatto dal piano di campagna da eseguirsi anche in presenza di cunicoli, di materiali concretizi, di paramenti provenienti da crolli di muri, da intradossi di volte, da voltoni concretizi ecc. nonché in ambienti antichi, con ostacoli al libero lavoro per la presenza dei sopra citati materiali crollati e/o di strutture in elevazione presenti nel sito. L' intervento sarà eseguito secondo le disposizioni della D.L. da eseguirsi prevalentemente con pala e piccone e solo per piccole quantità con cazzuola. La presente categoria di lavoro prevede, inoltre il diserbo dell'area interessata dallo scavo, la quadrettatura della zona oggetto di scavo, le opere di segnalazione con picchetti in ferro e nastro segnaletico o paletti e rete se così disposto dalla D.L. la costruzione delle opere di protezione al cavo archeologico, con tavolame e puntelli in ferro o legname, per profondità oltre mt 1,50, la cernita dei materiali durante le operazioni di scavo, l'allontanamento dei materiali nell'ambito del cantiere per i primi 50 mt ed il recupero dei reperti di piccole dimensioni e il trasporto degli stessi, con qualsiasi mezzo, delle cassette presso i depositi in luoghi distanti max 5 km dall'area di scavo, con esclusione del recupero di reperti di grosse dimensioni ed il trasporto a discarica del materiale di rifiuto. Fino alla profondità di mt 2,00. euro (duecentosettantaotto/16)	mc	278,16
Nr. 10 AP02	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.030.300.a). Scavo stratigrafico in terreno archeologico, entro quadrettatura predisposta sul terreno fino alla profondità di mt 2 a cielo aperto in presenza di sovrapposizione di antichi livelli. Lavoro da eseguirsi con particolare attenzione con piccoli attrezzi, cazzuole, pennello e secchio compreso il recupero di materiali archeologici fragili e/o di varie dimensioni (ad esempio, frammenti ceramici, carboni, materiale osteologico, materiale paleobotanico e sedimentologico) ivi compresa, ove richiesta dalla Direzione Scientifica la setacciatura e la flottazione delle terre di scavo, una prima pulizia dei reperti, il deposito e la sistemazione dei medesimi in cassette e sacchetti di plastica trasparente di varie dimensioni. La presente categoria di lavoro prevede, inoltre il diserbo dell'area interessata dallo scavo, la quadrettatura della zona oggetto di scavo, le opere di segnalazione con picchetti in ferro e nastro segnaletico o paletti e rete se così disposto dalla D.L. la costruzione delle opere di protezione al cavo archeologico, con tavolame e puntelli in ferro o legname, per profondità oltre mt 1,50, la cernita dei materiali durante le operazioni di scavo, recupero dei reperti di piccole dimensioni e il trasporto degli stessi, con qualsiasi mezzo, delle cassette presso i depositi in luoghi distanti max 5 km dall'area di scavo, con esclusione del recupero di reperti di grosse dimensioni ed il trasporto a discarica del materiale di rifiuto euro (ottocentodue/83)	mc	802,83
Nr. 11 AP03	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.02.050.510.a) Rimozione di travatura in legno di solaio posta a qualsiasi altezza comprendente la smuratura o il disancoraggio, la discesa, la pulitura e l'accatastamento del materiale giudicato riutilizzabile dalla D.L., eventuale sezionamento sul posto di quello di scarto. Nel prezzo si intendono compresi e compensati gli oneri per gli eventuali ponteggi fino ad un'altezza di mt 4 e opere provvisoriale, il trasporto del materiale sino alla piazzola di accumulo entro un raggio di mt 50, carico e allontanamento alle pubbliche discariche, e quant'altro necessario per dare il lavoro finito. euro (duecentonovanta/51)	mc	290,51
Nr. 12 AP04	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.170.a) Consolidamento di murature. Reintegrazione e restauro di piccole lacune di muratura mediante stuccature a base di malta speciale con granulometria inferiore. Si prevede un eventuale consolidamento delle murature (fessurazioni o giunti strutturali) in corrispondenza delle lacune, con malte di calce idraulica naturale aventi caratteristiche tecniche simili e compatibili con le malte esistenti. Talune operazioni di consolidamento possono essere effettuate con microemulsioni acriliche. euro (centonovantauno/24)	mq	191,24

Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
Nr. 13 AP06	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.110.b). Restauro di colmi di murature antiche già diserbate, eseguito con scampoli di tufo allettati con malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare a scelta della D.L., il tutto per un'altezza media di cm. 20 e per superfici superiori a 50 cmq. SI ADOTTA IL PREZZO ANCHE PER MURATURA DI PIETRAME E SU COLMI DEL PARAMENTO IN TUFELLI. euro (trecentoottantatre/03)	mq	383,03
Nr. 14 AP07	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.010.010.a). Trattamento biocida Trattamento biocida disinfestante delle parti più esposte alla presenza di vegetazione le operazioni di pulitura approfondita ed eliminazione dei licheni di superficie saranno eseguite a mano mediante operazioni meccaniche (bisturi, raschietti) o mediante applicazione di prodotti idonei alla rimozione del degrado su supporto di pasta di cellulosa. I trattamenti biocidi si effettuano con una o due applicazioni a spruzzo, sciacquatura con spazzole di saggina. Si prevede una eventuale rifinitura della pulitura con mezzi meccanici tipo bisturi raschietti. euro (centoottantotto/52)	mq	188,52
Nr. 15 AP08	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.100.f). Restauro di muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e raschiatura un primo strato di malta fino al vivo del nucleo interno, pulizia e lavaggio della superficie, piccoli tagli per appresature, ed eventuale consolidamento del nucleo interno con tufo e malta di calce malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare (a scelta della D.L.), ripristino del paramento esterno legato con malta di calce malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare, arretrato rispetto all'originale di cm 0,5, compreso la stilatura delle connessure, previa spazzolatura, per una profondità di cm 0,5; ad opus reticulatum con tufelli nuovi. Si prescrive anche l'utilizzo di tufelli di reimpiego, dove reperibili. euro (settecentoventicinque/20)	mq	725,20
Nr. 16 AP09	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo P.002.010.090.a). Puntellatura di murature o partizioni strutturali verticali, costituita da ritti, tavole, fasce, gattelli, croci e simili, in opera, valutata al metro quadro di superficie asservita- Fornitura e posa in opera senza recupero del materiale per altezze fino a m 4. euro (centoquarantasei/12)	m²	146,12
Nr. 17 AP14	Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.180.a) Consolidamento dello strato decoeso di murature di tufo. Consolidamento dello strato decoeso di murature di tufo, con silicato di etile, per il ristabilimento della coesione mediante impregnazione fino a rifiuto per mezzo di pennelli, siringhe o pipette previo pulitura; inclusi gli oneri relativi alla rimozione degli eccessi del prodotto consolidante, sia in ambienti esterni che interni. Si prescrive l'utilizzo di consolidante a base di calce idraulica. euro (duecentoquaranta/55)	mq	240,55
Nr. 18 AP15	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.190.a) Consolidamento giunti: rimozione accurata delle sole malte instabili, decoese o non idonee tra i conci della muratura di tufo, eliminazione dei residui e polveri mediante leggero idrolavaggio, ricostituzione della malta nei giunti con malta di calce idraulica sabbia e pozzolana e stilatura. euro (quindici/43)	mq	15,43
Nr. 19 AP16	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Fornitura e posa in opera di telo di pacciamatura su area diserbata. euro (nove/89)	m2	9,89
Nr. 20 AP17	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo V.02.070.001.a.CAM). Diserbo manuale e pulizia nell'ambito edi cantieri di restauro Diserbo manuale e pulizia nell'ambito di cantieri di restauro, comprendente il taglio delle essenze arboree, completa eliminazione delle radici incunee, sigillatura del foro con malta idraulica eseguito a qualsiasi altezza, operazione da eseguirsi con piccoli attrezzi e la massima cautela, compreso l'allontanamento del materiale di risulta ed il suo trasporto a discarica autorizzata con esclusione della tassa per la discarica di aree le cui superfici di calpestio sono in terreno euro (quattro/00)	mq	4,00
Nr. 21 AP19	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.040.400.a). Rinterro di terreno, precedentemente asportato, mediante l'utilizzo di piccolo mezzo meccanico e con l'ausilio di personale per lo spostamento del terreno in zone di difficile accesso per il mezzo e pistonatura euro (diciotto/99)	mc	18,99
Nr. 22 AP20	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.040.a). Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di risulta di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici di piccole dimensioni, per trasporto in luogo di deposito provvisorio, in attesa di viaggio allo scarico o di nuovo trasporto per rinterro ovvero per conferimento sull'area di deposito più vicina (0distanza massima 300 m) autorizzata dall'amministrazione competente, per lavori nei centri storici. euro (sette/85)	mc	7,85
Nr. 23 AP21	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.020.a). Trasporto a discarica autorizzata controllata, fino alla distanza di 10 km, di materiali di risulta, provenienti da movimenti terra o da demolizioni eseguiti a mano o in zone disagiate, con autocarro di portata inferiore ai 50 qli, compresi carico, anche a mano, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di discarica. euro (venticinque/95)	mc	25,95
Nr. 24 AP22	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.06.040.010.a) Liquido antiparassitario per la prevenzione e la conservazione delle strutture lignee Applicazione di liquido antiparassitario per la prevenzione e la conservazione delle strutture lignee mediante accurata pulizia delle superfici da trattare con scortecciato o cartavetro, stesura a tre passate intervallate per favorire il massimo assorbimento del prodotto. Con vernice antitarlo fungicida euro (sette/17)	mq	7,17
Nr. 25 AP23	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.06.040.030.a) Applicazione di mordente di noce diluito con olio di lino cotto mediante due passate su legname in vista euro (sei/41)	mq	6,41
Nr. 26 AP24	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Posizionamento sui reperti e sulle aree di scavo, al termine delle operazioni di scavo e restauro, di membrana impermeabile altamente traspirante tipo Delta Lite, secondo le modalità esecutive indicate nel capitolato speciale d'appalto. euro (ventiuno/03)	m2	21,03

Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
Nr. 27 AP25	(Rif. Prezzario Campania 2022, art. E.04.060.010.c.CAM). Solaio in legno, realizzato in opera, costituito da travi principali in legno di adeguata sezione, le protezioni delle testate, la preparazione degli appoggi nelle murature, anche con l'utilizzo di "dormiente", gli ancoraggi al cordolo perimetrale, anche con staffa e bulzone; travi secondarie in legno di opportuna sezione con il sovrastante pannellato o tavellonato o tavolame (di spessore minimo di 3 cm, piallato, maschiato e inchiodato), la soletta in cls alleggerito di spessore minimo 5 cm, armata con rete elettrosaldata diametro 6 mm, 15x15 cm con caratteristiche rispondenti alla normativa vigente. Sono compresi i collegamenti della soletta ai cordoli perimetrali, chiodature, bullonature, incastri, incollaggi fra elementi in legno, gli sfridi per i tagli a misura, le eventuali casseforme e le armature di sostegno fino all'altezza di 4,0 m dal piano di appoggio, il costipamento del calcestruzzo a mano o con vibratore, lo spianamento del calcestruzzo con guide-livella e regolo spianatore, i rafforzamenti per eventuali tramezzature, protezioni, bagnature. Per solai fino alla luce netta di m 6 con sovraccarico accidentale massimo di 200 Kg/mq, misurato per la superficie effettiva al netto degli appoggi. Orditura principale, secondaria e tavolame in abete. SI ADOTTA IL PREZZO PER LA REALIZZAZIONE DEL SOLAIO DEL PIANO SEMINTERRATO; CONSIDERANDO TUTTAVIA LA NON PRESENZA DI TRAVI SECONDARIE, SI INTENDONO COMPRESE ANCHE LE TRAVI IN LEGNO LAMELLARE DI SEZIONE 100X200, COSTITUTIVE DELLA STRUTTURA DELLA SCALA. SI PRESCRIVE L'UTILIZZO DI TRAVI LAMELLARI OPPORTUNAMENTE LAVORATE COME DA DETTAGLI ESECUTIVI DESCRITTI NELLA TAVOLA N. 15, ALLEGATA. euro (centodieci/85)	mq	110,85
Nr. 28 AP26	(Rif. Prezzario Campania 2022, art. A.06.020.100.e). Restauro di muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e raschiatura un primo strato di malta fino al vivo del nucleo interno, pulizia e lavaggio della superficie, piccoli tagli per appesature, ed eventuale consolidamento del nucleo interno con tufo e malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare (a scelta della D.L.), ripristino del paramento esterno legato con malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare, arretrato rispetto all'originale di cm 0,5, compreso la stilatura delle connessioni, previa spazzolatura, per una profondità di cm 0,5; ad opus latericium con mattoncini. SI ADOTTA PER RESTAURO SEMICOLONNA LATERIZIA SU PARETE DELLA CASA RUSTICA CC1. euro (quattrocentonovantasette/37)	mq	497,37
Nr. 29 AP27	Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.19.010.070.c). Inferriate, ringhiere, parapetti e cancellate eseguite con profilati normali in acciaio (tondi, piatti, quadri, angolari, scatolari, ecc.), eventuali pannellature in lamiera e intelaiature fisse o mobili, assemblati in disegni lineari semplici, completi della ferramenta di fissaggio, di apertura e chiusura; compresi i tagli, i fori, gli sfridi, gli incastri e gli alloggiamenti in murature, le opere murarie, la spalmatura con una mano di minio o di vernice antiruggine. Ringhiere e inferriate semplici euro (dieci/24)	kg	10,24
Nr. 30 AP28	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Sgombero del cunicolo posto sulla parete occidentale del criptoportico dai blocchi di pietrame ivi posti a chiusura del varco. Al mc. euro (quarantatre/19)	m3	43,19
Nr. 31 AP29	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo V.02.070.001.c). Diserbo manuale e pulizia nell'ambito edi cantieri di restauro Diserbo manuale e pulizia nell'ambito di cantieri di restauro, comprendente il taglio delle essenze arboree, completa eliminazione delle radici incunee, sigillatura del foro con malta idraulica eseguito a qualsiasi altezza, operazione da eseguirsi con piccoli attrezzi e la massima cautela, compreso l'allontanamento del materiale di risulta ed il suo trasporto a discarica autorizzata con esclusione della tassa per la discarica di pareti antiche supporto in pietra antica euro (nove/97)	mq	9,97
Nr. 32 AP30	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Realizzazione di nuova scala in legno (abete) all'interno della casa rustica CC1 secondo le indicazioni di progetto, in sostituzione di quella esistente, non funzionale. Il prezzo comprende anche lo smontaggio della scala preesistente e il montaggio in opera della nuova scala (cfr. dettagli esecutivi della tavola n. 15). Prezzo al ml di elementi (pedate) in legno. euro (centonove/23)	ml	109,23
Nr. 33 AP31	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.140.a). Chiusura dei fori d'andito. Pulitura: con particolare attenzione alla pulitura e disinfezione delle parti interne alla muratura. Lavaggio con acqua, applicata su spugne. Rimozioni con operazioni meccaniche delle tracce di sporco. Rilievo accurato del foro da integrare. Chiusura con le seguenti prescrizioni: i conci utilizzati per la reintegrazione devono essere di dimensioni analoghe a quelli contigui sbazzati a mano per la parte a vista. Le altre facce tagliate con strumenti da taglio meccanici, per rendere l'intervento distinguibile in caso di rimozione. Preventiva eliminazione degli eventuali residui nel foro, pulizia e lavaggio con acqua da residui e polvere; infilaggio in opera del concio con malta della stessa composizione di quelle antiche già esistenti, (di calce, sabbia e pozzolana) e messa in opera secondo gli spessori già esistenti, con stilatura dei giunti. Compreso il sovrapprezzo per il maggior tempo da impiegarsi per l'esecuzione a piccoli tratti intervallati sullo stesso paramento murario oggetto dell'intervento euro (ventiuno/49)	mc	21,49
Nr. 34 AP32	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.07.005.040.a.CAM). Massetto cementizio premiscelato fibrorinforzato con fibre di polietilene per interni e per esterni additivato con resine acriliche come ponte di adesione, stagiato e frattazzato, privo di grumi fino ad ottenere una superficie planare idonea come piano di posa di pavimenti o come masso di pendenza per impermeabilizzazioni; resistenza a compressione 20 N/mm² spessore nel punto minimo 2 cm euro (cinquecentoquarantadue/34)	mc	542,34
Nr. 35 AP33	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.07.050.030.a). Drenaggio orizzontale con argilla espansa di granulometria media. Esecuzione di drenaggio orizzontale con argilla espansa di granulometria media, posata a secco con ausilio di mezzi meccanici e con spianamento a mano, anche su superfici leggermente inclinate. Con argilla espansa. euro (centoquarantadue/96)	mc	142,96
Nr. 36 AP34	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.12.060.080.a) Strato di zavorramento con ghiaia tonda di fiume Strato di zavorramento realizzato mediante fornitura di ghiaia tonda di fiume ben lavata di granulometria 15-25 mm posta in opera per uno spessore di almeno 5 cm compreso lo strato filtrante e/o strato di protezione e separazione, la stesura del materiale e la regolarizzazione degli strati a strati successivi. Si prescrive l'utilizzo di pietrisco non tondo. euro (cinquantasette/13)	mq	57,13

Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
Nr. 37 AP35	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.020.a) Stuccatura e rasatura di superfici in legno con stucco grasso, già trattate con imprimitura, compresi la successiva carteggiatura per uniformare e preparare il fondo per la verniciatura. euro (cinque/02)	mq	5,02
Nr. 38 AP36	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.050.a). Verniciatura di superfici in legno Verniciatura su superfici in legno già preparate, con due strati di vernice di cui una di fondo ed una di finitura a perfetta copertura, di qualsiasi colore lucido o opaco. Smalto sintetico opaco euro (quindici/81)	mq	15,81
Nr. 39 AP37	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.02.070.020.a). Smontaggio di impalcati in legno di solai composti da listelli, travetti e tavolati, compreso la schiodatura, smuratura, la cernita dell'eventuale materiale di recupero e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio; esclusa la grossa orditura portante. euro (dodici/75)	mq	12,75
Nr. 40 AP38	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.03.020.010.a). Ferro lavorato per catene, cerchiature e simili, di qualsiasi profilo e sezione inclusi le chiavi o piastre di ancoraggio, i pezzi speciali, tagli a misura e sfridi, saldature, mano di antiruggine, murature di ancoraggio. euro (sette/60)	kg	7,60
Nr. 41 AP39	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.040.b.CAM). Applicazione di uno strato di imprimitura su superfici in legno nuove o già preparate, prima della stuccatura e rasatura. Con impregnante a solvente: turapori euro (sette/26)	mq	7,26
Nr. 42 AP40	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.010.010.d). Portone esterno di ingresso in legno Portone esterno di ingresso di legno, a due o più partite, di qualsiasi luce, costituito da: telaio maestro (minimo 12x8 cm), fissato sulla muratura con robusti arpioni; parte mobile intelaiata (minimo 10x6 cm) e collegata da fasce intermedie di uguale sezione, impiallicciata sulle due facce per uno spessore complessivo finito di 4,5 cm con eventuali riquadri bugnati; mostre interne ed esterne; cornici, cerniere in ottone pesante, due robusti paletti, serratura di sicurezza a 3 o più mandate, chiavi, catenaccio, pomo e maniglia in ottone o metallo cromato, comprese le opere murarie di finitura e assistenza e la verniciatura - In legno di douglas - mogano - noce. Si prescrive l'esecuzione di un sopraluce da chiudere con una griglia metallica atta a consentire la ventilazione del piano terra, caratterizzato da forte umidità ambientale. euro (seicentoventitre/93)	mq	623,93
Nr. 43 AP41	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.030.010.e). Invetriata in legno con/senza sopraluce, fino a 3 mq Invetriata di legno con/senza sopraluce fisso o apribile, ad una o più ante a battente. Compresi coprifili, listelli fermavetro, guarnizioni in materiale elastomero, gocciolatoio in alluminio o legno, cerniere e cremonesi di chiusura con maniglia in ottone o in alluminio anodizzato, dispositivi di sicurezza contro le false manovre; la verniciatura a tre mani, trasparente od opaca (imprimitura, fondo e finitura), che potrà essere eseguita in stabilimento o comunque prima della posa in opera. Sono comprese altresì la posa in opera del controtelaio, le prestazioni di assistenza muraria alla posa con tutte le movimentazioni, la sigillatura tra controtelaio e telaio con nastro autoespandente, la pulizia finale e allontanamento dei materiali di risulta. Fino a 3 mq - Di legno douglas euro (quattrocentosessantaquattro/44)	mq	464,44
Nr. 44 AP42	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.030.050.a). Sovraprezzo alle invetrate in legno o legno alluminio. Per meccanismo ad anta ribalta euro (ottantaotto/93)	m2	88,93
Nr. 45 AP43	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.20.020.010.c). Vetrata isolante sp. nominale 4 mm Vetrata isolante composta da due lastre di vetro float incolore, lastra interna e lastra esterna, spessore nominale 4 mm, unite al perimetro da intercalare in metallo sigillato alle lastre e tra di esse delimitante un'intercapedine di aria disidratata, con coefficiente di trasmittanza termica k di 3 W/m2K, per finestre, porte e vetrate; compresi i distanziatori per montaggio su infissi o telai in legno o metallici compreso altresì sfridi, tagli e sigillanti siliconici- Intercapedine 12 mm euro (settantasei/00)	mq	76,00
Nr. 46 AP44	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.02.060.022.a.CAM). Demolizione di massi, massetto continuo in calcestruzzo o malta cementizia, di sottofondi, platee e simili, eseguito a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici, a qualsiasi altezza e condizione. Compresi l'accatastamento dei materiali di risulta fino ad una distanza di 50 m. Non armati di altezza fino a 10 cm. euro (quindici/34)	mq	15,34
Nr. 47 AP45	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Esecuzione di collegamento delle travi in legno lamellare del nuovo solaio (casa rustica CC1) alla nuova soletta di ripartizione mediante posa di connettori TECNARIA MAXI 12/40 su assito, secondo le indicazioni esecutive descritte nella tavola n. 15, allegata. Prezzo per ogni connettore. euro (tredici/39)	ognuno	13,39
Nr. 48 AP46	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.12.040.030.a). Barriera al vapore costituita da un foglio di polietilene di 0,4 mm Freno al vapore costituita da un foglio di polietilene di 0,4 mm, posato a secco con 15 cm di sovrapposizione, risvolti sulle pareti verticali non inferiore a 10 cm, sigillatura dei sormonti e con tutti i corpi fuoriuscenti dal piano di posa, con nastro di giunzione monadesivo largo 8 cm; stesa su piano di posa idoneamente preparato a qualsiasi altezza, su superfici piane, curve e inclinate. Spessore 0,2 mm, colore nero euro (tre/95)	mq	3,95
Nr. 49 AP47	(Rif. Prezzario DEI, RECUPERO 2021, art. B35013). Sovraprezzo per la posa di strutture in legno lamellare nei casi in cui la movimentazione in cantiere del materiale si svolga in ambienti ristretti richiedendo il preponderante intervento di manodopera per il trasporto. Per strutture semplici. euro (duecentodiciassette/39)	m3	217,39
Nr. 50 B01032	(Rif. Prezzario Molise 2022). Demolizione di pavimento in mattoni, marmette, ecc., compreso il sottofondo dello spessore fino a 5 cm, anche con eventuale recupero parziale del materiale. SI PRESCRIVE IL RECUPERO DEL PAVIMENTO PREESISTENTE. euro (dieci/80)	mq	10,80

Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	P R E Z Z O UNITARIO
Nr. 51 B01092	(Rif. Prezzario Molise 2022). Smontaggio di infissi esterni in legno come finestre, sportelli a vetri, persiane ecc., calcolato sulla superficie, inclusa l'eventuale parte vetrata, compreso telaio, controtelaio, smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi euro (diciannove/54)	mq	19,54
Nr. 52 B01094	(Rif. Prezzario Molise 2022). Smontaggio di porta interna o esterna in legno fino a 3,00 mq, calcolato sulla superficie, inclusa l'eventuale parte vetrata, compreso telaio, controtelaio, smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi euro (sedici/29)	mq	16,29
Nr. 53 B01135	(Rif. Prezzario Molise 2022). Scarriolatura di materiali sciolti di qualsiasi natura e consistenza, provenienti da demolizioni, entro l'ambito dell'area di cantiere, per percorsi fino a 50 m euro (trentasette/02)	mc	37,02
Nr. 54 B01136	(Rif. Prezzario Molise 2022). Compenso alla scarriolatura, per disagio dovuto a dislivelli e percorso lungo euro (quindici/55)	mc	15,55
Nr. 55 M01001	(Rif. Prezzario Molise 2022) Operaio IV Livello Edile.Lavorazioni in economia non suscettibili di valutazione a misura, da autorizzarsi comunque dalla D.L. euro (trenta/79)	h	30,79
Nr. 56 M01002	(Rif. Prezzario Molise 2022) Operaio Specializzato Edile. Lavorazioni in economia non suscettibili di valutazione a misura, da autorizzarsi comunque dalla D.L. euro (ventinove/23)	h	29,23
Nr. 57 M01003	(Rif. Prezzario Molise 2022) Operaio Qualificato Edile. Lavorazioni in economia non suscettibili di valutazione a misura, da autorizzarsi comunque dalla D.L. euro (ventisette/11)	h	27,11
	Data, 27/09/2022		
	Il Tecnico 		

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Data: Luglio 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
17

Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

pag. 1

COMPUTO ESTIMATIVO

OGGETTO: Villa dei Neratii a San Giuliano del Sannio, località Crocella. Scavo archeologico, consolidamento e restauro.

COMMITTENTE: Università degli Studi del Molise

Data, 05/10/2022

IL TECNICO



Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							
1 AP17	LAVORI A MISURA							
	PREPARAZIONE AREA DI ACCESSO AL CANTIERE (SpCat 1) Diserbi, consolidamenti e restauri (Cat 2) OG2 (SbCat 2)							
	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo V.02.070.001.a.CAM). Diserbo manuale e pulizia nell'ambito di cantieri di restauro Diserbo manuale e pulizia nell'ambito di cantieri di restauro, comprendente il taglio delle essenze arboree, completa eliminazione delle radici incuneate, sigillatura del foro con malta idraulica eseguito a qualsiasi altezza, operazione da eseguirsi con piccoli attrezzi e la massima cautela, compreso l'allontanamento del materiale di risulta ed il suo trasporto a discarica autorizzata con esclusione della tassa per la discarica di aree le cui superfici di calpestio sono in terreno SpCat 1 - PREPARAZIONE AREA DI ACCESSO AL CANTIERE							
	Viottolo di accesso all'area di stoccaggio materiale e attrezzature per allestimento cantiere				100,000	100,00		
	SOMMANO mq					100,00	4,00	400,00
2 AP01	SCAVI ARCHEOLOGICI (SpCat 2) Ampliamento scavo archeologico (Cat 1) OS25 (SbCat 1)							
	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.020.200.a). Scavo manuale in terreno archeologico compatto dal piano di campagna da eseguirsi anche in presenza di cunicoli, di materiali concretizi, di paramenti provenienti da crolli di muri, da intradossi di volte, da voltoni concretizi ecc. nonché in ambienti antichi, con ostacoli al libero lavoro per la presenza dei sopra citati materiali crollati e/o di strutture in elevazione presenti nel sito. L' intervento sarà eseguito secondo le disposizioni della D.L. da eseguirsi prevalentemente con pala e piccone e solo per piccole quantità con cazzuola. La presente categoria di lavoro prevede, inoltre il diserbo dell'area interessata dallo scavo, la quadrettatura della zona oggetto di scavo, le opere di segnalazione con picchetti in ferro e nastro segnaletico o paletti e rete se così disposto dalla D.L la costruzione delle opere di protezione al cavo archeologico, con tavolame e puntelli in ferro o legname, per profondità oltre mt 1,50, la cernita dei materiali durante le operazioni di scavo, l'allontanamento dei materiali nell'ambito del cantiere per i primi 50 mt ed il recupero dei reperti di piccole dimensioni e il trasporto degli stessi, con qualsiasi mezzo, delle cassette presso i depositi in luoghi distanti max 5 km dall'area di scavo, con esclusione del recupero di reperti di grosse dimensioni ed il trasporto a discarica del materiale di rifiuto. Fino alla profondità di mt 2,00. SpCat 2 - SCAVI ARCHEOLOGICI							
	Con riferimento alla tavola grafica n. 11							
	Area 2			27,000	0,100	2,70		
	Area 2a			23,000	1,000	23,00		
	Area 3-3a			85,000	0,100	8,50		
	Area 5			30,000	0,050	1,50		
	SOMMANO mc					35,70	278,16	9'930,31
3 AP02	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.030.300.a). Scavo stratigrafico in terreno archeologico, entro quadrettatura predisposta sul terreno fino alla profondità di mt 2 a cielo aperto in presenza di sovrapposizione di antichi livelli. Lavoro da eseguirsi con particolare attenzione con piccoli attrezzi, cazzuole, pennello e secchio compreso il recupero di materiali archeologici fragili e/o di varie dimensioni (ad esempio, frammenti ceramici, carboni, materiale osteologico, materiale paleobotanico e sedimentologico)							
	A R I P O R T A R E							10'330,31

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							10'330,31
4 AP19	ivi compresa, ove richiesta dalla Direzione Scientifica la setacciatura e la flottazione delle terre di scavo, una prima pulizia dei reperti, il deposito e la sistemazione dei medesimi in cassette e sacchetti di plastica trasparente di varie dimensioni. La presente categoria di lavoro prevede, inoltre il diserbo dell'area interessata dallo scavo, la quadrettatura della zona oggetto di scavo, le opere di segnalazione con picchetti in ferro e nastro segnaletico o paletti e rete se così disposto dalla D.L la costruzione delle opere di protezione al cavo archeologico, con tavolame e puntelli in ferro o legname, per profondità oltre mt 1,50, la cernita dei materiali durante le operazioni di scavo, recupero dei reperti di piccole dimensioni e il trasporto degli stessi, con qualsiasi mezzo, delle cassette presso i depositi in luoghi distanti max 5 km dall'area di scavo, con esclusione del recupero di reperti di grosse dimensioni ed il trasporto a discarica del materiale di rifiuto SpCat 2 - SCAVI ARCHEOLOGICI							
	Con riferimento alla tavola grafica n. 11							
	Area 1				35,000	0,050	1,75	
	Area 2				27,000	0,400	10,80	
	Area 2a				23,000	1,250	28,75	
	Area 3-3a				85,000	1,400	119,00	
	Area 5				30,000	1,500	45,00	
	SOMMANO mc					205,30	802,83	164'821,00
	MOVIMENTAZIONE MATERIALI DI RISULTA E TRASPORTO A DISCARICA (SpCat 5) Movimentazione materiali nell'ambito del cantiere (Cat 5) OG2 (SbCat 2)							
	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.040.400.a). Rinterro di terreno, precedentemente asportato, mediante l'utilizzo di piccolo mezzo meccanico e con l'ausilio di personale per lo spostamento del terreno in zone di difficile accesso per il mezzo e pistonatura SpCat 5 - MOVIMENTAZIONE MATERIALI DI RISULTA E TRASPORTO A DISCARICA							
5 AP20	Da scavi				50,000	50,00		
	SOMMANO mc					50,00	18,99	949,50
	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.040.a). Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di risulta di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici di piccole dimensioni, per trasporto in luogo di deposito provvisorio, in attesa di viaggio allo scarico o di nuovo trasporto per rinterro ovvero per conferimento sull'area di deposito più vicina (0distanza massima 300 m) autorizzata dall'amministrazione competente, per lavori nei centri storici. SpCat 5 - MOVIMENTAZIONE MATERIALI DI RISULTA E TRASPORTO A DISCARICA							
6 B01135	Da scavo				50,000	50,00		
	SOMMANO mc					50,00	7,85	392,50
	(Rif. Prezzario Molise 2022). Scarriolatura di materiali sciolti di qualsiasi natura e consistenza, provenienti da demolizioni, entro l'ambito dell'area di cantiere, per percorsi fino a 50 m SpCat 5 - MOVIMENTAZIONE MATERIALI DI RISULTA E TRASPORTO A DISCARICA							
	Materiale proveniente da scavo				50,000	50,00		
	SOMMANO mc					50,00	37,02	1'851,00
	A R I P O R T A R E							178'344,31

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							178'344,31
7 B01136	(Rif. Prezzario Molise 2022). Compenso alla scarriolatura, per disagio dovuto a dislivelli e percorso lungo SpCat 5 - MOVIMENTAZIONE MATERIALI DI RISULTA E TRASPORTO A DISCARICA Vedi voce n° 6 [mc 50.00] SOMMANO mc					50,00 50,00	15,55	777,50
8 AP21	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.020.a). Trasporto a discarica autorizzata controllata, fino alla distanza di 10 km, di materiali di risulta, provenienti da movimenti terra o da demolizioni eseguiti a mano o in zone disagiate, con autocarro di portata inferiore ai 50 qli, compresi carico, anche a mano, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di discarica. SpCat 5 - MOVIMENTAZIONE MATERIALI DI RISULTA E TRASPORTO A DISCARICA Da scavo SOMMANO mc				50,000	50,00 50,00	25,95	1'297,50
	PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO (SpCat 7) Messa in sicurezza (Cat 3)							
9 AP29	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo V.02.070.001.c). Diserbo manuale e pulizia nell'ambito edi cantieri di restauro Diserbo manuale e pulizia nell'ambito di cantieri di restauro, comprendente il taglio delle essenze arboree, completa eliminazione delle radici incuneate, sigillatura del foro con malta idraulica eseguito a qualsiasi altezza, operazione da eseguirsi con piccoli attrezzi e la massima cautela, compreso l'allontanamento del materiale di risulta ed il suo trasporto a discarica autorizzata con esclusione della tassa per la discarica di pareti antiche supporto in pietra antica SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Rif. Tavole grafiche nn. 12-13 Si prevedono SOMMANO mq				30,000	30,00 30,00	9,97	299,10
10 AP07	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.010.010.a). Trattamento biocida Trattamento biocida disinfestante delle parti più esposte alla presenza di vegetazione le operazioni di pulitura approfondita ed eliminazione dei licheni di superficie saranno eseguite a mano mediante operazioni meccaniche (bisturi, raschietti) o mediante applicazione di prodotti idonei alla rimozione del degrado su supporto di pasta di cellulosa. I trattamenti biocidi si effettuano con una o due applicazioni a spruzzo, sciacquatura con spazzole di saggina. Si prevede una eventuale rifinitura della pulitura con mezzi meccanici tipo bisturi raschietti. SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Rif. Tavole grafiche nn. 12-13 Superfici da trattare Interno casetta casetta (particella 393) SOMMANO mq				80,000 8,000	80,00 8,00 88,00	188,52	16'589,76
	RESTAURO STRUTTURE RINVENUTE NELLE PRECEDENTI CAMPAGNE DI SCAVO (SpCat 3) Diserbi, consolidamenti e restauri (Cat 2)							
11	(Rif. Prezzario Campania 2022, art. A.06.020.100.e). Restauro di							
	A R I P O R T A R E							197'308,17

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							197'308,17
AP26	muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e raschiatura un primo strato di malta fino al vivo del nucleo interno, pulizia e lavaggio della superficie, piccoli tagli per appesature, ed eventuale consolidamento del nucleo interno con tufo e malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare (a scelta della D.L.), ripristino del paramento esterno legato con malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare, arretrato rispetto all'originale di cm 0,5, compreso la stilatura delle connessioni, previa spazzolatura, per una profondità di cm 0,5; ad opus latericium con mattoncini. SI ADOTTA PER RESTAURO SEMICOLONNA LATERIZIA SU PARETE DELLA CASA RUSTICA CC1. SpCat 3 - RESTAURO STRUTTURE RINVENUTE NELLE PRECEDENTI CAMPAGNE DI SCAVO Parete occidentale (semicolonna laterizia) SOMMANO mq PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO (SpCat 7) Messa in sicurezza (Cat 3)				2,000	2,00		
							2,00	497,37
								994,74
12 AP31	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.140.a). Chiusura dei fori d'andito. Pulitura: con particolare attenzione alla pulitura e disinfestazione delle parti interne alla muratura. Lavaggio con acqua, applicata su spugne. Rimozioni con operazioni meccaniche delle tracce di sporco. Rilievo accurato del foro da integrare. Chiusura con le seguenti prescrizioni: i conci utilizzati per la reintegrazione devono essere di dimensioni analoghe a quelli contigui sbazzati a mano per la parte a vista. Le altre facce tagliate con strumenti da taglio meccanici, per rendere l'intervento distinguibile in caso di rimozione. Preventiva eliminazione degli eventuali residui nel foro, pulizia e lavaggio con acqua da residui e polvere; infilaggio in opera del concio con malta della stessa composizione di quelle antiche già esistenti, (di calce, sabbia e pozzolana) e messa in opera secondo gli spessori già esistenti, con stilatura dei giunti. Compreso il sovrapprezzo per il maggior tempo da impiegarsi per l'esecuzione a piccoli tratti intervallati sullo stesso paramento murario oggetto dell'intervento SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Fori d'andito SOMMANO mc RESTAURO STRUTTURE RINVENUTE NELLE PRECEDENTI CAMPAGNE DI SCAVO (SpCat 3) Diserbi, consolidamenti e restauri (Cat 2)	10,00			1,000	10,00		
							10,00	21,49
								214,90
13 AP08	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.100.f). Restauro di muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e raschiatura un primo strato di malta fino al vivo del nucleo interno, pulizia e lavaggio della superficie, piccoli tagli per appesature, ed eventuale consolidamento del nucleo interno con tufo e malta di calce malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare (a scelta della D.L.), ripristino del paramento esterno legato con malta di calce malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare, arretrato rispetto all'originale di cm 0,5, compreso la stilatura delle connessioni, previa spazzolatura, per una profondità di cm 0,5; ad opus reticulatum con tufelli nuovi. Si prescrive anche l'utilizzo di tufelli di reimpiego, dove reperibili. SpCat 3 - RESTAURO STRUTTURE RINVENUTE NELLE PRECEDENTI CAMPAGNE DI SCAVO							
	A R I P O R T A R E							198'517,81

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							198'517,81
14 AP04	Rif. tavole grafiche di progetto 12-13				7,000	7,00		
	SOMMANO mq					7,00	725,20	5'076,40
	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.170.a) Consolidamento di murature. Reintegrazione e restauro di piccole lacune di muratura mediante stuccature a base di malta speciale con granulometria inferiore. Si prevede un eventuale consolidamento delle murature (fessurazioni o giunti strutturali) in corrispondenza delle lacune, con malte di calce idraulica naturale aventi caratteristiche tecniche simili e compatibili con le malte esistenti. Talune operazioni di consolidamento possono essere effettuate con microemulsioni acriliche. SpCat 3 - RESTAURO STRUTTURE RINVENUTE NELLE PRECEDENTI CAMPAGNE DI SCAVO							
	Stuccatura fessurazione				5,000	5,00		
	Consolidamento muratura casa colonica (Rif. tav. 13, scheda 11)				2,000	2,00		
	Consolidamento muratura a sacco (in percentuale del 40%) (rif. tavola 13 scheda 4)	0,40			50,000	20,00		
	Interno cunicolo (Rif. tav. 13, scheda n. 8)				5,000	5,00		
	SOMMANO mq					32,00	191,24	6'119,68
15 AP15	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.190.a) Consolidamento giunti: rimozione accurata delle sole malte instabili, decoese o non idonee tra i conci della muratura di tufo, eliminazione dei residui e polveri mediante leggero idrolavaggio, ricostituzione della malta nei giunti con malta di calce idraulica sabbia e pozzolana e stilatura. SpCat 3 - RESTAURO STRUTTURE RINVENUTE NELLE PRECEDENTI CAMPAGNE DI SCAVO							
	Rif. tav. 13 scheda 5 per le modalità operative: Paramento in opus reticulatum				20,000	20,00		
	Interno casetta				8,000	8,00		
	Interno cunicolo (Rif. tav. 13, scheda n. 8)				5,000	5,00		
	SOMMANO mq					33,00	15,43	509,19
16 AP06	PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO (SpCat 7) Messa in sicurezza (Cat 3)							
	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.110.b). Restauro di colmi di murature antiche già diserbate, eseguito con scampoli di tufo allettati con malta di calce idraulica della stessa composizione delle esistenti o similare a scelta della D.L., il tutto per un'altezza media di cm. 20 e per superfici superiori a 50 cmq. SI ADOTTA IL PREZZO ANCHE PER MURATURA DI PIETrame E SU COLMI DEL PARAMENTO IN TUFELLI. SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO							
	Rif. tav. 13, scheda 3 per le modalità operative: Si prevedono per colmi del paramento in tufelli			30,000	0,200	6,00		
	Si prevedono per colmi della muratura retrostante al paramento in tufelli			35,000	0,600	21,00		
	Si prevedono per colmi dei muri B e C (rif. tavola n. 11)				14,000	14,00		
	SOMMANO mq					41,00	383,03	15'704,23
	RESTAURO STRUTTURE RINVENUTE NELLE PRECEDENTI CAMPAGNE DI SCAVO (SpCat 3) Diserbi, consolidamenti e restauri (Cat 2)							
	A R I P O R T A R E							225'927,31

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							225'927,31
17 AP14	Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.180.a) Consolidamento dello strato decoeso di murature di tufo. Consolidamento dello strato decoeso di murature di tufo, con silicato di etile, per il ristabilimento della coesione mediante impregnazione fino a rifiuto per mezzo di pennelli, siringhe o pipette previo pulitura; inclusi gli oneri relativi alla rimozione degli eccessi del prodotto consolidante, sia in ambienti esterni che interni. Si prescrive l'utilizzo di consolidante a base di calce idraulica. SpCat 3 - RESTAURO STRUTTURE RINVENUTE NELLE PRECEDENTI CAMPAGNE DI SCAVO Rif. tavola 13, scheda n. 4: Muro a sacco Interno cunicolo (Rif. tav. 13, scheda n. 8) SOMMANO mq PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO (SpCat 7) Messa in sicurezza (Cat 3)				50,000 5,000	50,00 5,00	240,55	13'230,25
						55,00		
18 AP09	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo P.002.010.090.a). Puntellatura di murature o partizioni strutturali verticali, costituita da ritti, tavole, fasce, gattelli, croci e simili, in opera, valutata al metro quadro di superficie asservita- Fornitura e posa in opera senza recupero del materiale per altezze fino a m 4. SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Interno cunicolo (rif. tavola, scheda 8) SOMMANO m²				10,000	10,00	146,12	1'461,20
						10,00		
19 AP28	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Sgombero del cunicolo posto sulla parete occidentale del criptoportico dai blocchi di pietrame ivi posti a chiusura del varco. Al mc. SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Sgombero cunicolo su parete occidentale SOMMANO m3				10,000	10,00	43,19	431,90
						10,00		
20 AP20	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.040.a). Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di risulta di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici di piccole dimensioni, per trasporto in luogo di deposito provvisorio, in attesa di viaggio allo scarico o di nuovo trasporto per rinterro ovvero per conferimento sull'area di deposito più vicina (0distanza massima 300 m) autorizzata dall'amministrazione competente, per lavori nei centri storici. SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Vedi voce n° 19 [m3 10.00] SOMMANO mc					10,00	7,85	78,50
						10,00		
21 AP21	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.020.a). Trasporto a discarica autorizzata controllata, fino alla distanza di 10 km, di materiali di risulta, provenienti da movimenti terra o da demolizioni eseguiti a mano o in zone disagiate, con autocarro di portata inferiore ai 50 qli, compresi carico, anche a mano, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di discarica. SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Vedi voce n° 20 [mc 10.00]					10,00		
	A R I P O R T A R E					10,00		241'129,16

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O					10,00		241'129,16
	SOMMANO mc					10,00	25,95	259,50
22 B01135	(Rif. Prezzario Molise 2022). Scarriolatura di materiali sciolti di qualsiasi natura e consistenza, provenienti da demolizioni, entro l'ambito dell'area di cantiere, per percorsi fino a 50 m SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Vedi voce n° 21 [mc 10.00]					10,00		
	SOMMANO mc					10,00	37,02	370,20
23 B01136	(Rif. Prezzario Molise 2022). Compenso alla scarriolatura, per disagio dovuto a dislivelli e percorso lungo SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Vedi voce n° 22 [mc 10.00]					10,00		
	SOMMANO mc					10,00	15,55	155,50
24 AP16	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Fornitura e posa in opera di telo di pacciamatura su area diserbata. SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Rif. tavola 13, scheda 9: Telo su area di scavo 1 *(H/peso=36+24)				60,000	60,00		
	SOMMANO m2					60,00	9,89	593,40
25 AP33	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.07.050.030.a). Drenaggio orizzontale con argilla espansa di granulometria media. Esecuzione di drenaggio orizzontale con argilla espansa di granulometria media, posata a secco con ausilio di mezzi meccanici e con spianamento a mano, anche su superfici leggermente inclinate. Con argilla espansa. SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Rif. tavola 13, scheda 9: Area di scavo 1			36,000	0,800	28,80		
	SOMMANO mc					28,80	142,96	4'117,25
26 AP32	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.07.005.040.a.CAM). Massetto cementizio premiscelato fibrorinforzato con fibre di polietilene per interni e per esterni additivato con resine acriliche come ponte di adesione, staggiato e frattazzato, privo di grumi fino ad ottenere una superficie planare idonea come piano di posa di pavimenti o come masso di pendenza per impermeabilizzazioni; resistenza a compressione 20 N/mm² spessore nel punto minimo 2 cm SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Rif. tavola 13, scheda 9: Area di scavo 1			36,000	0,060	2,16		
	SOMMANO mc					2,16	542,34	1'171,45
27 AP34	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.12.060.080.a) Strato di zavorramento con ghiaia tonda di fiume Strato di zavorramento realizzato mediante fornitura di ghiaia tonda di fiume ben lavata di granulometria 15-25 mm posta in opera per uno spessore di almeno 5 cm compreso lo strato filtrante e/o strato di protezione e separazione, la stesura del materiale e la regolarizzazione degli strati a strati successivi. Si prescrive l'utilizzo di pietrisco non tondo.							
	A R I P O R T A R E							247'796,46

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							247'796,46
	SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Rif. tavola 13, scheda 9: Area di scavo 1 SOMMANO mq			36,000	0,060	2,16 2,16	57,13	123,40
28 M01003	LAVORAZIONI LISTE SETTIMANALI IN ECONOMIA DA AUTORIZZARSI DALLA D.L. PER LAVORI NON QUANTIFICABILI A MISURA (SpCat 4) Lavori diversi non quantificabili a misura (Cat 4) (Rif. Prezzario Molise 2022) Operaio Qualificato Edile. Lavorazioni in economia non suscettibili di valutazione a misura, da autorizzarsi comunque dalla D.L. SpCat 4 - LAVORAZIONI LISTE SETTIMANALI IN ECONOMIA DA AUTORIZZARSI DALLA D.L. PER LAVORI NON QUANTIFICABILI A MISURA Lavorazioni diverse SOMMANO h				150,000	150,00 150,00	27,11	4'066,50
29 M01002	(Rif. Prezzario Molise 2022) Operaio Specializzato Edile. Lavorazioni in economia non suscettibili di valutazione a misura, da autorizzarsi comunque dalla D.L. SpCat 4 - LAVORAZIONI LISTE SETTIMANALI IN ECONOMIA DA AUTORIZZARSI DALLA D.L. PER LAVORI NON QUANTIFICABILI A MISURA Lavorazioni diverse SOMMANO h				150,000	150,00 150,00	29,23	4'384,50
30 M01001	(Rif. Prezzario Molise 2022) Operaio IV Livello Edile.Lavorazioni in economia non suscettibili di valutazione a misura, da autorizzarsi comunque dalla D.L. SpCat 4 - LAVORAZIONI LISTE SETTIMANALI IN ECONOMIA DA AUTORIZZARSI DALLA D.L. PER LAVORI NON QUANTIFICABILI A MISURA Lavorazioni diverse SOMMANO h				150,000	150,00 150,00	30,79	4'618,50
31 AP44	INTERVENTI PER LA FRUIZIONE (SpCat 6) Risistemazione casa rustica CC1 (Cat 6) (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.02.060.022.a.CAM). Demolizione di massi, massetto continuo in calcestruzzo o malta cementizia, di sottofondi, platee e simili, eseguito a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici, a qualsiasi altezza e condizione. Compresi l'accatastamento dei materiali di risulta fino ad una distanza di 50 m. Non armati di altezza fino a 10 cm. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Solaio di copertura del piano seminterrato da sostituire SOMMANO mq				21,000	21,00 21,00	15,34	322,14
32 AP03	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.02.050.510.a) Rimozione di travatura in legno di solaio posta a qualsiasi altezza comprendente la smuratura o il disancoraggio, la discesa, la pulitura e l'accatastamento del materiale giudicato riutilizzabile dalla D.L., eventuale sezionamento sul posto di quello di scarto. Nel prezzo si intendono compresi e compensati gli oneri per gli eventuali ponteggi fino ad un'altezza di mt 4 e opere provvisoriale, il trasporto del materiale sino alla piazzola di accumulo entro un							
	A R I P O R T A R E							261'311,50

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							261'311,50
33 B01032	raggio di mt 50, carico e allontanamento alle pubbliche discariche, e quant'altro necessario per dare il lavoro finito. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE							
	Rif. tavola 15: Rimozione travi principali solaio di copertura seminterrato *(H/peso=0,24+0,24+0,16)	7,00	4,64		0,640	20,79		
	Rimozione travi principali solaio di copertura seminterrato *(H/peso=0,16+0,24+0,24)	1,00	1,00		0,640	0,64		
	SOMMANO mc					21,43	290,51	6'225,63
34 AP37	(Rif. Prezzario Molise 2022). Demolizione di pavimento in mattoni, marmette, ecc., compreso il sottofondo dello spessore fino a 5 cm, anche con eventuale recupero parziale del materiale. SI PRESCRIVE IL RECUPERO DEL PAVIMENTO PREESISTENTE. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE							
	Su solaio da sostituire				21,000	21,00		
	SOMMANO mq					21,00	10,80	226,80
34 AP37	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.02.070.020.a). Smontaggio di impalcati in legno di solai composti da listelli, travetti e tavolati, compreso la schiodatura, smuratura, la cernita dell'eventuale materiale di recupero e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio; esclusa la grossa orditura portante. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE							
	Rif. tavola 13, scheda 7 Rimozione tavolato solaio ligneo del piano seminterrato casa rustica CC1				21,000	21,00		
	SOMMANO mq					21,00	12,75	267,75
35 AP20	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.040.a). Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di risulta di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici di piccole dimensioni, per trasporto in luogo di deposito provvisorio, in attesa di viaggio allo scarico o di nuovo trasporto per rinterro ovvero per conferimento sull'area di deposito più vicina (0distanza massima 300 m) autorizzata dall'amministrazione competente, per lavori nei centri storici. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE							
	Vedi voce n° 34 [mq 21.00]				0,030	0,63		
	Vedi voce n° 31 [mq 21.00]				0,080	1,68		
	Vedi voce n° 32 [mc 21.43]					21,43		
	SOMMANO mc					23,74	7,85	186,36
36 AP21	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.020.a). Trasporto a discarica autorizzata controllata, fino alla distanza di 10 km, di materiali di risulta, provenienti da movimenti terra o da demolizioni eseguiti a mano o in zone disagiate, con autocarro di portata inferiore ai 50 qli, compresi carico, anche a mano, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di discarica. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE							
	Vedi voce n° 35 [mc 23.74]					23,74		
	SOMMANO mc					23,74	25,95	616,05
37 AP25	(Rif. Prezzario Campania 2022, art. E.04.060.010.c.CAM). Solaio in legno, realizzato in opera, costituito da travi principali in legno di adeguata sezione, le protezioni delle testate, la preparazione degli appoggi nelle murature, anche con l'utilizzo di "dormiente", gli ancoraggi al cordolo perimetrale, anche con staffa e bulzone; travi							
	A R I P O R T A R E							268'834,09

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							268'834,09
38 AP46	secondarie in legno di opportuna sezione con il sovrastante pianellato o tavellonato o tavolame (di spessore minimo di 3 cm, piallato, maschiato e inchiodato), la soletta in cls alleggerito di spessore minimo 5 cm, armata con rete elettrosaldata diametro 6 mm, 15x15 cm con caratteristiche rispondenti alla normativa vigente. Sono compresi i collegamenti della soletta ai cordoli perimetrali, chiodature, bullonature, incastri, incollaggi fra elementi in legno, gli sfridi per i tagli a misura, le eventuali casseforme e le armature di sostegno fino all'altezza di 4,0 m dal piano di appoggio, il costipamento del calcestruzzo a mano o con vibratore, lo spianamento del calcestruzzo con guide-livella e regolo spianatore, i rafforzamenti per eventuali tramezzature, protezioni, bagnature. Per solai fino alla luce netta di m 6 con sovraccarico accidentale massimo di 200 Kg/mq, misurato per la superficie effettiva al netto degli appoggi. Orditura principale, secondaria e tavolame in abete. SI ADOTTA IL PREZZO PER LA REALIZZAZIONE DEL SOLAIO DEL PIANO SEMINTERRATO; CONSIDERANDO TUTTAVIA LA NON PRESENZA DI TRAVI SECONDARIE, SI INTENDONO COMPRESE ANCHE LE TRAVI IN LEGNO LAMELLARE DI SEZIONE 100X200, COSTITUTIVE DELLA STRUTTURA DELLA SCALA. SI PRESCRIVE L'UTILIZZO DI TRAVI LAMELLARI OPPORTUNAMENTE LAVORATE COME DA DETTAGLI ESECUTIVI DESCRITTI NELLA TAVOLA N. 15, ALLEGATA. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Rif. tavola 13, scheda 7; rif. tavola 15 Solaio ligneo del piano seminterrato casa rustica CC1					21,000	21,00	
	SOMMANO mq						21,00	110,85
	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.12.040.030.a). Barriera al vapore costituita da un foglio di polietilene di 0,4 mm Freno al vapore costituita da un foglio di polietilene di 0,4 mm, posato a secco con 15 cm di sovrapposizione, risvolti sulle pareti verticali non inferiore a 10 cm, sigillatura dei sormonti e con tutti i corpi fuoriuscenti dal piano di posa, con nastro di giunzione monadesivo largo 8 cm; stesa su piano di posa idoneamente preparato a qualsiasi altezza, su superfici piane, curve e inclinate. Spessore 0,2 mm, colore nero SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE					21,000	21,00	
	Interposizione foglio di polietilente su assito del nuovo solaio SOMMANO mq						21,00	3,95
39 AP45	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Esecuzione di collegamento delle travi in legno lamellare del nuovo solaio (casa rustica CC1) alla nuova soletta di ripartizione mediante posa di connettori TECNARIA MAXI 12/40 su assito, secondo le indicazioni esecutive descritte nella tavola n. 15, allegata. Prezzo per ogni connettore. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE							
	Nuovo solaio di copertura piano seminterrato *(par.ug.=17*6)	102,00					102,00	
	SOMMANO ognuno						102,00	13,39
40 AP38	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.03.020.010.a). Ferro lavorato per catene, cerchiature e simili, di qualsiasi profilo e sezione inclusi le chiavi o piastre di ancoraggio, i pezzi speciali, tagli a misura e sfridi, saldature, mano di antiruggine, murature di ancoraggio. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE							
	Piastre di appoggio teste travi *(par.ug.=6*2)*(lung.=0,17*0,17)	12,00	0,03	0,030	7850,000		84,78	
	SOMMANO kg						84,78	7,60
	A R I P O R T A R E							273'255,00

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							273'255,00
41 AP47	(Rif. Prezzario DEI, RECUPERO 2021, art. B35013). Sovraprezzo per la posa di strutture in legno lamellare nei casi in cui la movimentazione in cantiere del materiale si svolga in ambienti ristretti richiedendo il preponderante intervento di manodopera per il trasporto. Per strutture semplici. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Travi in legno lamellare giuntate ciascuna in due punti, come da dettagli esecutivi descritti nella tavola 15	6,00	3,80		0,640	14,59		
	SOMMANO m3					14,59	217,39	3'171,72
42 AP22	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.06.040.010.a) Liquido antiparassitario per la prevenzione e la conservazione delle strutture lignee Applicazione di liquido antiparassitario per la prevenzione e la conservazione delle strutture lignee mediante accurata pulizia delle superfici da trattare con scortecciatore o cartavetro, stesura a tre passate intervallate per favorire il massimo assorbimento del prodotto. Con vernice antitarlo fungicida SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Nuovo solaio Nuovo solaio (travi)	6,00		4,640	21,000 0,560	21,00 15,59		
	SOMMANO mq					36,59	7,17	262,35
43 AP23	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.06.040.030.a) Applicazione di mordente di noce diluito con olio di lino cotto mediante due passate su legname in vista SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Vedi voce n° 42 [mq 36.59]					36,59		
	SOMMANO mq					36,59	6,41	234,54
44 AP30	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Realizzazione di nuova scala in legno (abete) all'interno della casa rustica CC1 secondo le indicazioni di progetto, in sostituzione di quella esistente, non funzionale. Il prezzo comprende anche lo smontaggio della scala preesistente e il montaggio in opera della nuova scala (cfr. dettagli esecutivi della tavola n. 15). Prezzo al ml di elementi (pedate) in legno. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Scalini + pianerottoli	18,00	1,00			18,00		
	SOMMANO ml					18,00	109,23	1'966,14
45 AP39	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.040.b.CAM). Applicazione di uno strato di imprimitura su superfici in legno nuove o già preparate, prima della stuccatura e rasatura. Con impregnante a solvente: turapori SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Scalini + pianerottoli *(par.ug.=16*2)	32,00	1,00	0,310		9,92		
	SOMMANO mq					9,92	7,26	72,02
46 AP35	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.020.a) Stuccatura e rasatura di superfici in legno con stucco grasso, già trattate con imprimitura, compresi la successiva carteggiatura per uniformare e preparare il fondo per la verniciatura. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Scalini + pianerottoli *(par.ug.=26,00*2)	52,00	1,00	0,310		16,12		
	SOMMANO mq					16,12	5,02	80,92
	A R I P O R T A R E							279'042,69

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							279'042,69
47 AP36	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.050.a). Verniciatura di superfici in legno Verniciatura su superfici in legno già preparate, con due strati di vernice di cui una di fondo ed una di finitura a perfetta copertura, di qualsiasi colore lucido o opaco. Smalto sintetico opaco SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Scalini + pianerottoli *(par.ug.=26,00*2) SOMMANO mq	52,00	1,00	0,310		16,12 16,12	15,81	254,86
48 AP20	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.040.a). Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di risulta di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici di piccole dimensioni, per trasporto in luogo di deposito provvisorio, in attesa di viaggio allo scarico o di nuovo trasporto per rinterro ovvero per conferimento sull'area di deposito più vicina (0distanza massima 300 m) autorizzata dall'amministrazione competente, per lavori nei centri storici. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Trasporto vecchia scala rimossa SOMMANO mc				0,500	0,50 0,50	7,85	3,93
49 AP21	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.020.a). Trasporto a scarica autorizzata controllata, fino alla distanza di 10 km, di materiali di risulta, provenienti da movimenti terra o da demolizioni eseguiti a mano o in zone disagiate, con autocarro di portata inferiore ai 50 qli, compresi carico, anche a mano, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di scarica. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Trasporto vecchia scala rimossa SOMMANO mc				0,500	0,50 0,50	25,95	12,98
50 AP27	Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.19.010.070.c). Inferriate, ringhiere, parapetti e cancellate eseguite con profilati normali in acciaio (tondi, piatti, quadri, angolari, scatolari, ecc.), eventuali pannellature in lamiera e intelaiature fisse o mobili, assemblati in disegni lineari semplici, completi della ferramenta di fissaggio, di apertura e chiusura; compresi i tagli, i fori, gli sfridi, gli incastri e gli alloggiamenti in murature, le opere murarie, la spalmatura con una mano di minio o di vernice antiruggine. Ringhiere e inferriate semplici SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Balastra scala in casa colonica CC1 SOMMANO kg	15,00			7,000	105,00 105,00	10,24	1'075,20
51 A17066a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Verniciatura a smalto in colori correnti chiari per opere in ferro, applicato a pennello in due mani a coprire, e ogni altro mezzo d'opera, onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte: smalto oleosintetico opaco SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Balastra scala in casa colonica CC1 SOMMANO mq				7,000	7,00 7,00	17,56	122,92
52 B01092	(Rif. Prezzario Molise 2022). Smontaggio di infissi esterni in legno come finestre, sportelli a vetri, persiane ecc., calcolato sulla superficie, inclusa l'eventuale parte vetrata, compreso telaio, controtelaio, smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE							
	A R I P O R T A R E							280'512,58

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							280'512,58
53 B01094	Infisso da sostituire nel piano seminterrato SOMMANO mq				1,000	1,00	19,54	19,54
						1,00		
54 AP20	(Rif. Prezzario Molise 2022). Smontaggio di porta interna o esterna in legno fino a 3,00 mq, calcolato sulla superficie, inclusa l'eventuale parte vetrata, compreso telaio, controtelaio, smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Portoncino piano seminterrato SOMMANO mq				2,500	2,50	16,29	40,73
						2,50		
55 AP21	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.040.a). Movimentazione nell'area di cantiere di materiali di risulta di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici di piccole dimensioni, per trasporto in luogo di deposito provvisorio, in attesa di viaggio allo scarico o di nuovo trasporto per rinterro ovvero per conferimento sull'area di deposito più vicina (distanza massima 300 m) autorizzata dall'amministrazione competente, per lavori nei centri storici. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Infisso da sostituire nel piano seminterrato Portoncino piano seminterrato SOMMANO mc			0,070	1,000	0,07	7,85	1,96
						0,18		
56 AP40	(Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.020.a). Trasporto a scarica autorizzata controllata, fino alla distanza di 10 km, di materiali di risulta, provenienti da movimenti terra o da demolizioni eseguiti a mano o in zone disagiate, con autocarro di portata inferiore ai 50 qli, compresi carico, anche a mano, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di scarica. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Vedi voce n° 54 [mc 0.25] SOMMANO mc			0,070	2,500	0,25	25,95	6,49
						0,25		
57 AP41	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.010.010.d). Portone esterno di ingresso in legno Portone esterno di ingresso di legno, a due o più partite, di qualsiasi luce, costituito da: telaio maestro (minimo 12x8 cm), fissato sulla muratura con robusti arpioni; parte mobile intelaiata (minimo 10x6 cm) e collegata da fasce intermedie di uguale sezione, impiallacciata sulle due facce per uno spessore complessivo finito di 4,5 cm con eventuali riquadri bugnati; mostre interne ed esterne; cornici, cerniere in ottone pesante, due robusti paletti, serratura di sicurezza a 3 o più mandate, chiavi, catenaccio, pomo e maniglia in ottone o metallo cromato, comprese le opere murarie di finitura e assistenza e la verniciatura - In legno di douglas - mogano - noce. Si prescrive l'esecuzione di un sopraluce da chiudere con una griglia metallica atta a consentire la ventilazione del piano terra, caratterizzato da forte umidità ambientale. SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Portoncino esterno piano seminterrato SOMMANO mq				2,500	2,50	623,93	1'559,83
						2,50		
	A R I P O R T A R E							282'141,13

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							282'141,13
58 AP42	anodizzato, dispositivi di sicurezza contro le false manovre; la verniciatura a tre mani, trasparente od opaca (imprimitura, fondo e finitura), che potrà essere eseguita in stabilimento o comunque prima della posa in opera. Sono comprese altresì la posa in opera del controtelaio, le prestazioni di assistenza muraria alla posa con tutte le movimentazioni, la sigillatura tra controtelaio e telaio con nastro autoespandente, la pulizia finale e allontanamento dei materiali di risulta. Fino a 3 mq - Di legno douglas SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Infisso nuovo a vasistas piano seminterrato					1,000	1,00	
	SOMMANO mq						1,00	464,44
59 AP43	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.030.050.a). Sovraprezzo alle invetrate in legno o legno alluminio. Per meccanismo ad anta ribalta SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Vedi voce n° 57 [mq 1.00]						1,00	
	SOMMANO m2						1,00	88,93
60 A17002a	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.20.020.010.c). Vetrata isolante sp. nominale 4 mm Vetrata isolante composta da due lastre di vetro float incolore, lastra interna e lastra esterna, spessore nominale 4 mm, unite al perimetro da intercalare in metallo sigillato alle lastre e tra di esse delimitante un'intercapedine di aria disidratata, con coefficiente di trasmittanza termica k di 3 W/m2K, per finestre, porte e vetrate; compresi i distanziatori per montaggio su infissi o telai in legno o metallici compreso altresì sfidri, tagli e sigillanti siliconici- Intercapedine 12 mm SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Vedi voce n° 58 [m2 1.00]						1,00	
	SOMMANO mq						1,00	76,00
61 A17004	(Rif. Prezzario Molise 2022). Stuccatura saltuaria e parziale di superfici interne, compresa scartavetratura delle parti stuccate: tra il 10 % e il 20% del totale, da valutare al mq per l'intera superficie SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Pareti casetta CC1					80,000	80,00	
	SOMMANO mq						80,00	5,12
62 A17018a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Fondo fissante ed isolante a base di silicato di potassio, applicato a pennello SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Vedi voce n° 60 [mq 80.00]						80,00	
	SOMMANO mq						80,00	2,81
	(Rif. Prezzario Molise 2022). Pittura per interni, ecologica, ai silicati conforme alla normativa DIN 18363, 2.4.1. composta da legante e pigmenti inorganici derivanti da prodotti naturali, privi di solventi, con caratteristiche fotocatalitiche di riduzione delle sostanze inquinanti e abbattimento degli odori, applicata in due mani a pennello, a rullo o a spruzzo bianca SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Vedi voce n° 61 [mq 80.00]						80,00	
	SOMMANO mq						80,00	6,34
	PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO (SpCat 7)							
	A R I P O R T A R E							283'912,10

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	D I M E N S I O N I				Quantità	I M P O R T I	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	R I P O R T O							283'912,10
63 AP24	Messa in sicurezza (Cat 3) (Rif. Analisi Prezzi allegate). Posizionamento sui reperti e sulle aree di scavo, al termine delle operazioni di scavo e restauro, di membrana impermeabile altamente traspirante tipo Delta Lite, secondo le modalità esecutive indicate nel capitolato speciale d'appalto. SpCat 7 - PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO Si prevede SOMMANO m2				150,000	150,00		
						150,00	21,03	3'154,50
64 A05024a	INTERVENTI PER LA FRUIZIONE (SpCat 6) Risistemazione casa rustica CC1 (Cat 6) (Rif. Prezzario Molise 2022). Tramezzature di latero-gesso in pannelli preintonacati, rispondenti ai CAM (Criteri Ambientali Minimi) di cui al DM Ministero dell'Ambiente 11/10/2017, delle dimensioni di 33 x 100 cm, con incastri laterali maschio-femmina, euroclasse di reazione al fuoco A1, comprese tracce alle testate ed ammorsature, stuccatura dei giunti, tagli a misura ed ogni altro onere e magistero per fornire l'opera eseguita a perfetta regola d'arte: spessore 8 cm, E.I. 90 SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Nuovo bagnetto con wc portatile casa colonica CC1 (divisori) SOMMANO mq	2,00		1,200	2,200	5,28		
						5,28	49,69	262,36
65 A08018	(Rif. Prezzario Molise 2022). Finitura ad applicazione manuale con rasante minerale premiscelato a base di calce idraulica e inerti dato a due passate su sottofondo esistent SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Nuovo bagnetto con wc portatile casa colonica CC1 (divisori) * (par.ug.=2*2) SOMMANO mq	4,00		1,200	2,200	10,56		
						10,56	11,15	117,74
66 A14008b	(Rif. Prezzario Molise 2022). Rivestimento in ceramica monocottura di pasta bianca in piastrelle ottenute per pressatura, ad uso residenziale, grado di assorbimento acqua gruppo BIII GL a norma UNI EN 14411, in opera con idoneo collante, compresi tagli, sfridi e stuccature dei giunti, esclusi pezzi speciali: 10 x 10 cm: effetto tinta unita, spessore 7 mm SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Nuovo bagnetto con wc portatile casa colonica CC1 (divisori) SOMMANO mq	2,00		1,200	1,700	4,08		
						4,08	72,77	296,90
67 A19014c	(Rif. Prezzario Molise 2022). Porta interna in legno con anta mobile tamburata e con bordi impiallacciati, completa di telaio maestro in listellare impiallacciato dello spessore di 8/11 mm, coprifili ad incastro in multistrato e tutta la ferramenta necessaria per il fissaggio, movimento e chiusura, delle dimensioni standard di 210 x 60 ÷ 90 cm: con anta cieca liscia: laccata bianca SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE Nuovo bagnetto con wc portatile casa colonica CC1 SOMMANO cad					1,00		
						1,00	334,75	334,75
68 A17004	(Rif. Prezzario Molise 2022). Fondo fissante ed isolante a base di silicato di potassio, applicato a pennello SpCat 6 - INTERVENTI PER LA FRUIZIONE							
	A R I P O R T A R E							288'078,35

[illegible]

[illegible]

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	IMPORTI		incid. %
		TOTALE		
	RIPORTO			
001	Riepilogo SUB CATEGORIE	174'751,31	60,649	
002	OS25 OG2	113'386,33	39,351	
	Totale SUB CATEGORIE euro	288'137,64	100,000	
	Data, 05/10/2022 Il Tecnico 			
	A RIPORTARE			

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

QUADRO ECONOMICO

Data: settembre 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
18

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DEL MOLISE
CAMPOBASSO

Scavo archeologico, consolidamento e restauro in località Crocella (cosidetta Villa dei Neratii)
in San Giuliano del Sannio (CB)

QUADRO ECONOMICO

A	LAVORI		
A.1	Totale Articoli "a misura" al netto degli oneri speciali per la sicurezza (Soggetti a ribasso di gara)	288 137,64 €	
A.2	Oneri speciali per la sicurezza ai sensi D. Lgs. 81/2008 (Non soggetti a ribasso di gara)	5 195,24 €	
	Sommano A		293 332,88 €
B	SOMME A DISPOSIZIONE		
B.1	IVA sui Lavori (22% di A)	64 533,23 €	
B.2	Imprevisti sui lavori e/o varianti	13 981,39 €	
B.3	Incentivi per Funzioni Tecniche (2% di A)	5 866,66 €	
B.4	Spese per l'espletamento della Gara (Commissione, pubblicità, ecc.)	4 000,00 €	
B.5	Spese Tecniche per Indagini e prestazioni specialistiche (prelievo di malte, restauro beni mobili, su rinvenimenti archeologici, sentiero, ecc.)	23 800,00 €	
B.6	Spese per Allacciamenti idrico ed elettrico	7 500,00 €	
B.7	Spese per Oneri discarica autorizzata	2 000,00 €	
B.8	Spese Tecniche per Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione	10 800,70 €	
B.9	Contributo Previdenziale Inarcassa per Prestazione Prof. di CSE (4% di B8)	432,03 €	
B.10	IVA su Spese, Oneri e Prestazioni (22% di B.2+B.4+B.5+B.6+B.7+B.8+B.9)	13 753,11 €	
	Sommano B		146 667,12 €
TOTALE INTERVENTO (A + B)			440 000,00 €

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

ANALISI PREZZI

Data: Luglio 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
19

COMUNE DI SAN GIULIANO DEL SANNIO
Provincia di Campobasso

Area archeologica in località Crocella (cosiddetta Villa dei Neratii). Scavo archeologico, consolidamento e restauro. Progetto esecutivo.

Premessa

Nella valutazione economica dell'intervento in epigrafe si è fatto riferimento a specifici Prezzari, indicati nel computo metrico estimativo.

In qualche caso è stato necessario elaborare apposite analisi prezzi quando, per alcune specifiche lavorazioni, non erano presenti nei Prezzari suddetti i relativi costi unitari.

Tali analisi sono state condotte con riferimento ai costi elementari della mano d'opera e dei materiali, ed a valutazioni di mercato. In particolare, i costi della mano d'opera sono quelli riportati nel Deliberazione n. 298/2021 di approvazione del Prezzario Lavori Pubblici della regione Molise anno 2021.

Progressivo	N° di tariffa	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	unita' di misura				
				QUANTITA'	PREZZO UNITARIO	TOTALE	
1	AP16	Fornitura e posa in opera di telo di pacciamatura sull'area archeologica.					
		MATERIALI					
		Telo (compreso trasporto) (Fonte valutazioni di mercato web)	mq	1,00	€ 2,94	€ 2,94	
		MANODOPERA					
		Op. comune (2)	h	0,20	€ 24,39	€ 4,88	
		Totale parziale				€ 7,82	
		SPESE GENERALI					
		Spese gen. (15%)	%	15,00%	€ 7,82	€ 1,17	
		Utile impresa (10%)	%	10,00%	€ 8,99	€ 0,90	
		TOTALE GENERALE				€ 9,89	
		Prezzo di applicazione al mq	€ 9,89				

Progressivo	N° di tariffa	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	unita' di misura				
				QUANTITA'	PREZZO UNITARIO	TOTALE	
2	AP24	Posizionamento sui reperti e sulle aree di scavo, al termine delle operazioni di scavo e restauro, di membrana impermeabile altamente traspirante tipo Delta Lite, secondo le modalità esecutive indicate allo scopo dalla D.L..					
		A) MATERIALI					
		Membrana impermeabile traspirante tipo Delta Lite (Fonte Listino DELTA 2022)	mq	1,00	€ 4,83	€ 4,83	
		(Fonte Prezzario DEI 2021), p. 55	n/mq	4,00	€ 1,58	€ 6,32	
		Totale parziale materiali				€ 11,15	
		B) MANODOPERA					
		Operaio qualificato per posa in opera telo impermeabile traspirante	h	0,10	€ 27,11	€ 2,71	
		Operaio comune per posa in opera telo impermeabile traspirante e zavorra di mattoni	h	0,10	€ 24,39	€ 2,44	
		Totale parziale manodopera				€ 5,15	
		C) TRASPORTI					
		Trasporto incidenza su precedenti				€ 0,33	
		Totale parziale trasporto				€ 0,33	
		Totale A+B+C				€ 16,63	
		SPESE GENERALI E UTILE IMPRESA					
		Spese gen. (15%)	%	15,00%	€ 16,63	€ 2,49	
		Utile impresa (10%)	%	10,00%	€ 19,12	€ 1,91	
		Totale parziale spese gen+utile impresa				€ 4,41	
		TOTALE GENERALE				€ 21,03	
		Prezzo di applicazione al mq	€ 21,03				

Progressivo	N° di tariffa	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	unita' di misura				
				QUANTITA'	PREZZO UNITARIO	TOTALE	
3	AP28	Sgombero del cunicolo posto sulla parete occidentale del criptoportico dai blocchi di pietrame ivi posti a chiusura del varco. Al mc.					
		MANODOPERA					
		Op. comune (2)	h	1,40	€ 24,39	€ 34,15	
		Totale parziale				€ 34,15	
		SPESE GENERALI					
		Spese gen. (15%)	%	15,00%	€ 34,15	€ 5,12	
		Utile impresa (10%)	%	10,00%	€ 39,27	€ 3,93	
		TOTALE GENERALE	mc			€ 43,19	
		Prezzo di applicazione al mc	€ 43,19				

Progressivo	N° di tariffa	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	unita' di misura				
				QUANTITA'	PREZZO UNITARIO	TOTALE	
4	AP30	Realizzazione di nuova scala in legno di abete all'interno della casa rustica CC1, secondo le indicazioni di progetto, in sostituzione di quella esistente, non funzionale. Il prezzo comprende anche lo smontaggio della scala preesistente e il montaggio in opera della nuova scala (cfr. dettagli esecutivi della tavola n. 15). Prezzo al ml di elementi (pedate) in legno .					
		A) MATERIALI					
		Scalini e pianerottoli in abete, spessore 3,5 cm.	mc	0,0105	€ 238,53	€ 2,50	
		Tot. Parziale A				€ 2,50	
		B) MANODOPERA					
		b1. Smontaggio scala preesistente					
		Op. comune (2)	h	0,30	€ 24,39	€ 7,32	
		b2. Realizzazione nuova scala in officina					
		Op. specializzato per realizzazione scalini in legno lamellare secondo le indicazioni di progetto	h	0,60	€ 29,23	€ 17,54	
		Op. comune	h	0,25	€ 24,39	€ 6,10	
		b3. Assemblaggio trasporto e montaggio scala					
		Op. specializzato	h	1,00	€ 29,23	€ 29,23	
		Op. comune	h	0,80	€ 24,39	€ 19,51	
		Tot. Parziale b2+b3				€ 79,69	
		Tot. Parziale B				€ 82,20	
		C) TRASPORTI E MATERIALI DI CONSUMO					
		C1. incidenza su (b2+b3) (2%)				€ 1,64	
		Totale parziale C				€ 1,64	
		Totale A+B+C				€ 86,35	
		SPESE GENERALI E UTILE IMPRESA					
		Spese gen. (15%)	%	15,00%	€ 86,35	€ 12,95	
		Utile impresa (10%)	%	10,00%	€ 99,30	€ 9,93	
		Totale parziale spese gen+utile impresa				€ 22,88	
		TOTALE GENERALE				€ 109,23	
		Prezzo di applicazione al ml di elementi lignei della scala	€ 109,23				

Progressivo	N° di tariffa	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	unita' di misura			
				QUANTITA'	PREZZO UNITARIO	TOTALE
5	AP45	Esecuzione di collegamento delle travi in legno lamellare del nuovo solaio alla nuova soletta di ripartizione mediante posa di connettori TECNARIA MAXI 12/40 su assito, secondo le indicazioni esecutive descritte nella tavola n. 15, allegata. Prezzo valutato per posa di ogni connettore.				
		A) MATERIALI				
		Connettore MAXI 12/40	cad	1	3,22	€ 3,22
		Tot. Parziale A				€ 3,22
		B) MANODOPERA				
		Op. specializzato	h	0,10	€ 29,23	€ 2,92
		Op. comune	h	0,10	€ 24,39	€ 2,44
		Tot. Parziale B				5,36
		C) TRASPORTI E NOLI ATTREZZATURE				
		Incidenza nolo attrezzature per avvvitamento e materiali di consumo (stima)	cad			€ 2,00
		Totale parziale C				€ 2,00
		Totale A+B+C				€ 10,58
		SPESE GENERALI E UTILE IMPRESA				
		Spese gen. (15%)	%	15,00%	€ 10,58	€ 1,59
		Utile impresa (10%)	%	10,00%	€ 12,17	€ 1,22
		Totale parziale spese gen+utile impresa				€ 2,80
		Totale generale				€ 13,39
		Prezzo di applicazione per ogni connettore	€ 13,39			

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

STIMA INCIDENZA SICUREZZA

Data: Luglio 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
20

Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

pag. 1

STIMA INCIDENZA SICUREZZA

OGGETTO: Villa dei Neratii a San Giuliano del Sannio, località Crocella. Scavo archeologico, consolidamento e restauro.

COMMITTENTE: Università degli Studi del Molise

Data, 27/09/2022

IL TECNICO



Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	I M P O R T I		COSTO Sicurezza	incid. %
			unitario	TOTALE		
	R I P O R T O					
	LAVORI A MISURA					
1 A05024a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Tramezzature di latero-gesso in pannelli preintonacati, rispondenti ai CAM (Criteri Ambientali Minimi) di cui al DM Ministero dell'Ambiente 11/10/2017 ... i a misura ed ogni altro onere e magistero per fornire l'opera eseguita a perfetta regola d'arte: spessore 8 cm, E.I. 90 SOMMANO mq	5,28	49,69	262,36	1,84	0,700
2 A08018	(Rif. Prezzario Molise 2022). Finitura ad applicazione manuale con rasante minerale premiscelato a base di calce idraulica e inerti dato a due passate su sottofondo esistente SOMMANO mq	10,56	11,15	117,74	0,82	0,700
3 A14008b	(Rif. Prezzario Molise 2022). Rivestimento in ceramica monocottura di pasta bianca in piastrelle ottenute per pressatura, ad uso residenziale, grado di assorbimento acqua gruppo BI ... , compresi tagli, sfridi e stuccature dei giunti, esclusi pezzi speciali: 10 x 10 cm: effetto tinta unita, spessore 7 mm SOMMANO mq	4,08	72,77	296,90	2,08	0,700
4 A17002a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Stuccatura saltuaria e parziale di superfici interne, compresa scartavetratura delle parti stuccate: tra il 10 % e il 20% del totale, da valutare al mq per l'intera superficie SOMMANO mq	80,00	5,12	409,60	2,87	0,700
5 A17004	(Rif. Prezzario Molise 2022). Fondo fissante ed isolante a base di silicato di potassio, applicato a pennello SOMMANO mq	86,48	2,81	243,01	1,70	0,700
6 A17018a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Pittura per interni, ecologica, ai silicati conforme alla normativa DIN 18363, 2.4.1. composta da legante e pigmenti inorganici derivanti da prodotti ... zione delle sostanze inquinanti e abbattimento degli odori, applicata in due mani a pennello, a rullo o a spruzzo bianca SOMMANO mq	86,48	6,34	548,28	3,84	0,700
7 A17066a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Verniciatura a smalto in colori correnti chiari per opere in ferro, applicato a pennello in due mani a coprire, e ogni altro mezzo d'opera, onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte: smalto oleosintetico opaco SOMMANO mq	7,00	17,56	122,92	0,86	0,700
8 A19014c	(Rif. Prezzario Molise 2022). Porta interna in legno con anta mobile tamburata e con bordi impiallacciati, completa di telaio maestro in listellare impiallacciato dello spessore di ... il fissaggio, movimento e chiusura, delle dimensioni standard di 210 x 60 ÷ 90 cm: con anta cieca liscia: laccata bianca SOMMANO cad	1,00	334,75	334,75	2,34	0,700
9 AP01	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.020.200.a). Scavo manuale in terreno archeologico compatto dal piano di campagna da eseguirsi anche in presenza di cunicoli, di materia ... o di reperti di grosse dimensioni ed il trasporto a discarica del materiale di rifiuto. Fino alla profondità di mt 2,00. SOMMANO mc	35,70	278,16	9'930,31	69,51	0,700
10 AP02	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.030.300.a). Scavo stratigrafico in terreno archeologico, entro quadrettatura predisposta sul terreno fino alla profondità di mt 2 a cie ... scavo, con esclusione del recupero di reperti di grosse dimensioni ed il trasporto a discarica del materiale di rifiuto SOMMANO mc	205,30	802,83	164'821,00	1'153,75	0,700
11 AP03	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.02.050.510.a) Rimozione di travatura in legno di solaio posta a qualsiasi altezza comprendente la smuratura o il disancoraggio, la discesa ... raggio di mt 50, carico e allontanamento alle pubbliche discariche, e quant'altro necessario per dare il lavoro finito. SOMMANO mc	21,43	290,51	6'225,63	43,58	0,700
12 AP04	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.170.a) Consolidamento di murature. Reintegrazione e restauro di piccole lacune di muratura mediante stuccature a base di malta spec ... bili con le malte esistenti. Talune operazioni di consolidamento possono essere effettuate con microemulsioni acriliche. SOMMANO mq	32,00	191,24	6'119,68	42,84	0,700
13 AP06	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.110.b). Restauro di colmi di murature antiche già diserbate, eseguito con scampoli di tufo allettati con malta di calce idraulica d ... er superfici superiori a 50 cmq. SI ADOTTA IL PREZZO ANCHE PER MURATURA DI PIETrame E SU COLMI DEL PARAMENTO IN					
	A R I P O R T A R E			189'432,18	1'326,03	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	I M P O R T I		COSTO Sicurezza	incid. %
			unitario	TOTALE		
	R I P O R T O			189'432,18	1'326,03	
14 AP07	TUFELLI. SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.010.010.a). Trattamento biocida Trattamento biocida disinfestante delle parti più esposte alla presenza di vegetazione le operazioni ... con spazzole di saggina. Si prevede una eventuale rifinitura della pulitura con mezzi meccanici tipo bisturi raschietti.	41,00	383,03	15'704,23	109,93	0,700
15 AP08	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.100.f). Restauro di muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e rasch ... i cm 0,5; ad opus reticulatum con tufelli nuovi. Si prescrive anche l'utilizzo di tufelli di reimpiego, dove reperibili.	88,00	188,52	16'589,76	116,13	0,700
16 AP09	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.100.f). Restauro di muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e rasch ... i cm 0,5; ad opus reticulatum con tufelli nuovi. Si prescrive anche l'utilizzo di tufelli di reimpiego, dove reperibili.	7,00	725,20	5'076,40	35,53	0,700
17 AP14	SOMMANO m² (Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo P.002.010.090.a). Puntellatura di murature o partizioni strutturali verticali, costituita da ritti, tavole, fasce, gattelli, croci e simili, ... al metro quadro di superficie asservita- Fornitura e posa in opera senza recupero del materiale per altezze fino a m 4.	10,00	146,12	1'461,20	58,45	4,000
18 AP15	SOMMANO mq Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.180.a) Consolidamento dello strata decoeso di murature di tufo. Consolidamento dello strato decoeso di murature di tufo, con silicat ... to consolidante, sia in ambienti esterni che interni. Si prescrive l'utilizzo di consolidante a base di calce idraulica.	55,00	240,55	13'230,25	92,61	0,700
19 AP16	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.190.a) Consolidamento giunti: rimozione accurata delle sole malte instabili, decoese o non idonee tra i conci della muratura di tuf ... leggero idrolavaggio, ricostituzione della malta nei giunti con malta di calce idraulica sabbia e pozzolana e stilatura.	33,00	15,43	509,19	3,56	0,700
20 AP17	SOMMANO m2 (Rif. Analisi Prezzi allegate). Fornitura e posa in opera di telo di pacciamatura su area diserbata.	60,00	9,89	593,40	4,15	0,700
21 AP19	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo V.02.070.001.a.CAM). Diserbo manuale e pulizia nell'ambito edi cantieri di restauro Diserbo manuale e pulizia nell'ambito di cantieri di res ... scarica autorizzata con esclusione della tassa per la scarica di aree le cui superfici di calpestio sono in terreno	100,00	4,00	400,00	2,80	0,700
22 AP20	SOMMANO mc (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.040.400.a). Rinterro di terreno, precedentemente asportato, mediante l'utilizzo di piccolo mezzo meccanico e con l'ausilio di personale per lo spostamento del terreno in zone di difficile accesso per il mezzo e pistonatura	50,00	18,99	949,50	6,65	0,700
23 AP21	SOMMANO mc (Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.040.a). Movimentazione nell'area di cantieri di materiali di risulta di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici ... eposito più vicina (0distanza massima 300 m) autorizzata dall'amministrazione competente, per lavori nei centri storici.	84,49	7,85	663,25	20,20	3,046
24 AP22	SOMMANO mc (Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo E.001.200.020.a). Trasporto a scarica autorizzata controllata, fino alla distanza di 10 km, di materiali di risulta, provenienti da movime ... ai 50 qli, compresi carico, anche a mano, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di scarica.	84,49	25,95	2'192,52	66,55	3,035
25 AP23	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.06.040.010.a) Liquido antiparassitario per la prevenzione e la conservazione delle strutture lignee Applicazione di liquido antiparassitar ... , stesura a tre passate intervallate per favorire il massimo assorbimento del prodotto. Con vernice antitarlo fungicida	36,59	7,17	262,35	1,84	0,700
26 AP24	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.06.040.030.a) Applicazione di mordente di noce diluito con olio di lino cotto mediante due passate su legname in vista	36,59	6,41	234,54	1,64	0,700
	A R I P O R T A R E			247'298,77	1'846,07	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	I M P O R T I		COSTO Sicurezza	incid. %
			unitario	TOTALE		
	R I P O R T O			247'298,77	1'846,07	
27 AP25	traspirante tipo Delta Lite, secondo le modalità esecutive indicate nel capitolato speciale d'appalto. SOMMANO m2	150,00	21,03	3'154,50	22,08	0,700
	(Rif. Prezzario Campania 2022, art. E.04.060.010.c.CAM). Solaio in legno, realizzato in opera, costituito da travi principali in legno di adeguata sezione, le protezioni delle test ... L'UTILIZZO DI TRAVI LAMELLARI OPPORTUNAMENTE LAVORATE COME DA DETTAGLI ESECUTIVI DESCRITTI NELLA TAVOLA N. 15, ALLEGATA.					
28 AP26	SOMMANO mq	21,00	110,85	2'327,85	16,29	0,700
	(Rif. Prezzario Campania 2022, art. A.06.020.100.e). Restauro di muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e raschiato ... m 0,5; ad opus latericium con mattoncini. SI ADOTTA PER RESTAURO SEMICOLONNA LATERIZIA SU PARETE DELLA CASA RUSTICA CC1.					
	SOMMANO mq	2,00	497,37	994,74	6,96	0,700
29 AP27	Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.19.010.070.c). Inferriate, ringhiere, parapetti e cancellate eseguite con profilati normali in acciaio (tondi, piatti, quadri, angolari, sc ... urature, le opere murarie, la spalmatura con una mano di minio o di vernice antiruggine. Ringhiere e inferriate semplici					
	SOMMANO kg	105,00	10,24	1'075,20	7,53	0,700
30 AP28	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Sgombero del cunicolo posto sulla parete occidentale del criptoportico dai blocchi di pietrame ivi posti a chiusura del varco. Al mc.					
	SOMMANO m3	10,00	43,19	431,90	4,32	1,000
31 AP29	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo V.02.070.001.c). Diserbo manuale e pulizia nell'ambito edi cantieri di restauro Diserbo manuale e pulizia nell'ambito di cantieri di restaur ... rasporto a discarica autorizzata con esclusione della tassa per la discarica di pareti antiche supporto in pietra antica					
	SOMMANO mq	30,00	9,97	299,10	2,09	0,700
32 AP30	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Realizzazione di nuova scala in legno (abete) all'interno della casa rustica CC1 secondo le indicazioni di progetto, in sostituzione di quella esi ... gio in opera della nuova scala (cfr. dettagli esecutivi della tavola n. 15). Prezzo al ml di elementi (pedate) in legno.					
	SOMMANO ml	18,00	109,23	1'966,14	19,66	1,000
33 AP31	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.140.a). Chiusura dei fori d'andito. Pulitura: con particolare attenzione alla pulitura e disinfestazione delle parti interne alla m ... empo da impiegarsi per l'esecuzione a piccoli tratti intervallati sullo stesso paramento murario oggetto dell'intervento					
	SOMMANO mc	10,00	21,49	214,90	1,50	0,700
34 AP32	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.07.005.040.a.CAM). Massetto cementizio premiscelato fibrorinforzato con fibre di polietilene per interni e per esterni additivato con resi ... nti o come masso di pendenza per impermeabilizzazioni; resistenza a compressione 20 N/mm² spessore nel punto minimo 2 cm					
	SOMMANO mc	2,16	542,34	1'171,45	8,20	0,700
35 AP33	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.07.050.030.a). Drenaggio orizzontale con argilla espansa di granulometria media. Esecuzione di drenaggio orizzontale con argilla espansa d ... con ausilio di mezzi meccanici e con spianamento a mano, anche su superfici leggermente inclinate. Con argilla espansa.					
	SOMMANO mc	28,80	142,96	4'117,25	28,82	0,700
36 AP34	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.12.060.080.a) Strato di zavorramento con ghiaia tonda d ifume Strato di zavorramento realizzato mediante fornitura di ghiaia tonda di fiu ... ra del materiale e la regolarizzazione degli strati a strati successivi. Si prescrive l'utilizzo di pietrisco non tondo.					
	SOMMANO mq	2,16	57,13	123,40	0,86	0,700
37 AP35	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.020.a) Stuccatura e rasatura di superfici in legno con stucco grasso, già trattate con imprimitura, compresi la successiva carteggiatura per uniformare e preparare il fondo per la verniciatura.					
	SOMMANO mq	16,12	5,02	80,92	0,57	0,700
38 AP36	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.050.a). Verniciatura di superfici in legno Verniciatura su superfici in legno già preparate, con due strati di vernice di cui una di fondo ed una di finitura a perfetta copertura, di qualsiasi colore lucido o opaco. Smalto sintetico opaco					
	A R I P O R T A R E			263'256,12	1'964,95	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	IMPORTI		COSTO Sicurezza	incid. %
			unitario	TOTALE		
	R I P O R T O			263'256,12	1'964,95	
39 AP37	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.02.070.020.a). Smontaggio di impalcati in legno di solai composti da listelli, travetti e tavolati, compreso la schiodatura, smuratura, la ... eventuale materiale di recupero e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio; esclusa la grossa orditura portante.	16,12	15,81	254,86	1,78	0,700
40 AP38	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.03.020.010.a). Ferro lavorato per catene, cerchiature e simili, di qualsiasi profilo e sezione inclusi le chiavi o piastre di ancoraggio, i pezzi speciali, tagli a misura e sfridi, saldature, mano di antiruggine, murature di ancoraggio.	21,00	12,75	267,75	1,87	0,700
41 AP39	SOMMANO kg (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.040.b.CAM). Applicazione di uno strato di imprimitura su superfici in legno nuove o già preparate, prima della stuccatura e rasatura. Con impregnante a solvente: turapori	84,78	7,60	644,33	4,51	0,700
42 AP40	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.010.010.d). Portone esterno di ingresso in legno Portone esterno di ingresso di legno, a due o più partite, di qualsiasi luce, costituiti ... on una griglia metallica atta a consentire la ventilazione del piano terra, caratterizzato da forte umidità ambientale.	9,92	7,26	72,02	0,50	0,700
43 AP41	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.030.010.e). Invetriata in legno con/ senza sopraluce, fino a 3 mq Invetriata di legno con/senza sopraluce fisso o apribile, ad una o pi ... o con nastro autoespandente, la pulizia finale e allontanamento dei materiali di risulta. Fino a 3 mq - Di legno douglas	2,50	623,93	1'559,83	10,92	0,700
44 AP42	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.030.050.a). Sovraprezzo alle invetriate in legno o legno alluminio. Per meccanismo ad anta ribalta	1,00	464,44	464,44	3,25	0,700
45 AP43	SOMMANO m2 (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.030.050.a). Sovraprezzo alle invetriate in legno o legno alluminio. Per meccanismo ad anta ribalta	1,00	88,93	88,93	0,62	0,700
46 AP44	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.20.020.010.c). Vetrata isolante sp. nominale 4 mm Vetrata isolante composta da due lastre di vetro float incolore, lastra interna e lastra ... ggio su infissi o telai in legno o metallici compreso altresì sfridi, tagli e sigillanti siliconici- Intercapedine 12 mm	1,00	76,00	76,00	0,53	0,700
47 AP45	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.02.060.022.a.CAM). Demolizione di massi, massetto continuo in calcestruzzo o malta cementizia, di sottofondi, platee e simili, eseguito a ... ne. Compresi l'accatastamento dei materiali di risulta fino ad una distanza di 50 m. Non armati di altezza fino a 10 cm.	21,00	15,34	322,14	2,25	0,700
48 AP46	SOMMANO ognuno (Rif. Analisi Prezzi allegate). Esecuzione di collegamento delle travi in legno lamellare del nuovo solaio (casa rustica CC1) alla nuova soletta di ripartizione mediante posa di co ... XI 12/40 su assito, secondo le indicazioni esecutive descritte nella tavola n. 15, allegata. Prezzo per ogni connettore.	102,00	13,39	1'365,78	9,56	0,700
49 AP47	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.12.040.030.a). Barriera al vapore costituita da un foglio di polietilene di 0,4 mm Freno al vapore costituita da un foglio di polietilene ... o di posa idoneamente preparato a qualsiasi altezza, su superfici piane, curve e inclinate. Spessore 0,2 mm, colore nero	21,00	3,95	82,95	0,58	0,700
50 B01032	SOMMANO m3 (Rif. Prezzario DEI, RECUPERO 2021, art. B35013). Sovraprezzo per la posa di strutture in legno lamellare nei casi in cui la movimentazione in cantiere del materiale si svolga in ambienti ristretti richiedendo il preponderante intervento di manodopera per il trasporto. Per strutture semplici.	14,59	217,39	3'171,72	22,20	0,700
51	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Molise 2022). Demolizione di pavimento in mattoni, marmette, ecc., compreso il sottofondo dello spessore fino a 5 cm, anche con eventuale recupero parziale del materiale. SI PRESCRIVE IL RECUPERO DEL PAVIMENTO PREESISTENTE.	21,00	10,80	226,80	1,59	0,700
	A R I P O R T A R E			271'853,67	2'025,11	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	I M P O R T I		COSTO Sicurezza	incid. %
			unitario	TOTALE		
	R I P O R T O			271'853,67	2'025,11	
B01092	sportelli a vetri, persiane ecc., calcolato sulla superficie, inclusa l'eventuale parte vetrata, ... preso telaio, controtelaio, smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi SOMMANO mq	1,00	19,54	19,54	0,14	0,700
52 B01094	(Rif. Prezzario Molise 2022). Smontaggio di porta interna o esterna in legno fino a 3,00 mq, calcolato sulla superficie, inclusa l'eventuale parte vetrata, compreso telaio, controtelaio, smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi SOMMANO mq	2,50	16,29	40,73	0,29	0,700
53 B01135	(Rif. Prezzario Molise 2022). Scarriolatura di materiali sciolti di qualsiasi natura e consistenza, provenienti da demolizioni, entro l'ambito dell'area di cantiere, per percorsi fino a 50 m SOMMANO mc	60,00	37,02	2'221,20	22,21	1,000
54 B01136	(Rif. Prezzario Molise 2022). Compenso alla scarriolatura, per disagio dovuto a dislivelli e percorso lungo SOMMANO mc	60,00	15,55	933,00	9,34	1,000
55 M01001	(Rif. Prezzario Molise 2022) Operaio IV Livello Edile.Lavorazioni in economia non suscettibili di valutazione a misura, da autorizzarsi comunque dalla D.L. SOMMANO h	150,00	30,79	4'618,50	92,37	2,000
56 M01002	(Rif. Prezzario Molise 2022) Operaio Specializzato Edile. Lavorazioni in economia non suscettibili di valutazione a misura, da autorizzarsi comunque dalla D.L. SOMMANO h	150,00	29,23	4'384,50	87,69	2,000
57 M01003	(Rif. Prezzario Molise 2022) Operaio Qualificato Edile. Lavorazioni in economia non suscettibili di valutazione a misura, da autorizzarsi comunque dalla D.L. SOMMANO h	150,00	27,11	4'066,50	81,33	2,000
Parziale LAVORI A MISURA euro				288'137,64	2'318,48	0,805
T O T A L E euro				288'137,64	2'318,48	0,805
Data, 27/09/2022						
Il Tecnico 						
A R I P O R T A R E						

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

STIMA INCIDENZA MANO D'OPERA

Data: Luglio 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
21

Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

pag. 1

STIMA INCIDENZA MANODOPERA

OGGETTO: Villa dei Neratii a San Giuliano del Sannio, località Crocella. Scavo archeologico, consolidamento e restauro.

COMMITTENTE: Università degli Studi del Molise

Data, 27/09/2022

IL TECNICO



Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	I M P O R T I		COSTO Manodopera	incid. %
			unitario	TOTALE		
	R I P O R T O					
	LAVORI A MISURA					
1 A05024a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Tramezzature di latero-gesso in pannelli preintonacati, rispondenti ai CAM (Criteri Ambientali Minimi) di cui al DM Ministero dell'Ambiente 11/10/2017 ... i a misura ed ogni altro onere e magistero per fornire l'opera eseguita a perfetta regola d'arte: spessore 8 cm, E.I. 90 SOMMANO mq	5,28	49,69	262,36	125,93	48,000
2 A08018	(Rif. Prezzario Molise 2022). Finitura ad applicazione manuale con rasante minerale premiscelato a base di calce idraulica e inerti dato a due passate su sottofondo esistente SOMMANO mq	10,56	11,15	117,74	108,32	92,000
3 A14008b	(Rif. Prezzario Molise 2022). Rivestimento in ceramica monocottura di pasta bianca in piastrelle ottenute per pressatura, ad uso residenziale, grado di assorbimento acqua gruppo BI ... , compresi tagli, sfridi e stuccature dei giunti, esclusi pezzi speciali: 10 x 10 cm: effetto tinta unita, spessore 7 mm SOMMANO mq	4,08	72,77	296,90	148,45	50,000
4 A17002a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Stuccatura saltuaria e parziale di superfici interne, compresa scartavetratura delle parti stuccate: tra il 10 % e il 20% del totale, da valutare al mq per l'intera superficie SOMMANO mq	80,00	5,12	409,60	274,43	67,000
5 A17004	(Rif. Prezzario Molise 2022). Fondo fissante ed isolante a base di silicato di potassio, applicato a pennello SOMMANO mq	86,48	2,81	243,01	138,52	57,000
6 A17018a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Pittura per interni, ecologica, ai silicati conforme alla normativa DIN 18363, 2.4.1. composta da legante e pigmenti inorganici derivanti da prodotti ... zione delle sostanze inquinanti e abbattimento degli odori, applicata in due mani a pennello, a rullo o a spruzzo bianca SOMMANO mq	86,48	6,34	548,28	318,01	58,000
7 A17066a	(Rif. Prezzario Molise 2022). Verniciatura a smalto in colori correnti chiari per opere in ferro, applicato a pennello in due mani a coprire, e ogni altro mezzo d'opera, onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte: smalto oleosintetico opaco SOMMANO mq	7,00	17,56	122,92	95,88	78,000
8 A19014c	(Rif. Prezzario Molise 2022). Porta interna in legno con anta mobile tamburata e con bordi impiallacciati, completa di telaio maestro in listellare impiallacciato dello spessore di ... il fissaggio, movimento e chiusura, delle dimensioni standard di 210 x 60 ÷ 90 cm: con anta cieca liscia: laccata bianca SOMMANO cad	1,00	334,75	334,75	50,21	15,000
9 AP01	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.020.200.a). Scavo manuale in terreno archeologico compatto dal piano di campagna da eseguirsi anche in presenza di cunicoli, di materia ... o di reperti di grosse dimensioni ed il trasporto a discarica del materiale di rifiuto. Fino alla profondità di mt 2,00. SOMMANO mc	35,70	278,16	9'930,31	7'249,13	73,000
10 AP02	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.030.300.a). Scavo stratigrafico in terreno archeologico, entro quadrettatura predisposta sul terreno fino alla profondità di mt 2 a cie ... scavo, con esclusione del recupero di reperti di grosse dimensioni ed il trasporto a discarica del materiale di rifiuto SOMMANO mc	205,30	802,83	164'821,00	121'967,54	74,000
11 AP03	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.02.050.510.a) Rimozione di travatura in legno di solaio posta a qualsiasi altezza comprendente la smuratura o il disancoraggio, la discesa ... raggio di mt 50, carico e allontanamento alle pubbliche discariche, e quant'altro necessario per dare il lavoro finito. SOMMANO mc	21,43	290,51	6'225,63	4'357,94	70,000
12 AP04	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.170.a) Consolidamento di murature. Reintegrazione e restauro di piccole lacune di muratura mediante stuccature a base di malta spec ... bili con le malte esistenti. Talune operazioni di consolidamento possono essere effettuate con microemulsioni acriliche. SOMMANO mq	32,00	191,24	6'119,68	4'528,56	74,000
13 AP06	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.110.b). Restauro di colmi di murature antiche già diserbate, eseguito con scampoli di tufo allettati con malta di calce idraulica d ... er superfici superiori a 50 cmq. SI ADOTTA IL PREZZO ANCHE PER MURATURA DI PIETrame E SU COLMI DEL PARAMENTO IN					
	A R I P O R T A R E			189'432,18	139'362,92	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	I M P O R T I		COSTO Manodopera	incid. %
			unitario	TOTALE		
	R I P O R T O			189'432,18	139'362,92	
14 AP07	TUFELLI. SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.010.010.a). Trattamento biocida Trattamento biocida disinfestante delle parti più esposte alla presenza di vegetazione le operazioni ... con spazzole di saggina. Si prevede una eventuale rifinitura della pulitura con mezzi meccanici tipo bisturi raschietti.	41,00	383,03	15'704,23	9'422,54	60,000
15 AP08	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.100.f). Restauro di muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e rasch ... i cm 0,5; ad opus reticulatum con tufelli nuovi. Si prescrive anche l'utilizzo di tufelli di reimpiego, dove reperibili.	88,00	188,52	16'589,76	8'792,57	53,000
16 AP09	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.100.f). Restauro di muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e rasch ... i cm 0,5; ad opus reticulatum con tufelli nuovi. Si prescrive anche l'utilizzo di tufelli di reimpiego, dove reperibili.	7,00	725,20	5'076,40	3'451,95	68,000
17 AP14	SOMMANO m² (Rif. Prezzario Abruzzo 2022, articolo P.002.010.090.a). Puntellatura di murature o partizioni strutturali verticali, costituita da ritti, tavole, fasce, gattelli, croci e simili, ... al metro quadro di superficie asservita- Fornitura e posa in opera senza recupero del materiale per altezze fino a m 4.	10,00	146,12	1'461,20	412,79	28,250
18 AP15	SOMMANO mq Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.180.a) Consolidamento dello strata decoeso di murature di tufo. Consolidamento dello strato decoeso di murature di tufo, con silicat ... to consolidante, sia in ambienti esterni che interni. Si prescrive l'utilizzo di consolidante a base di calce idraulica.	55,00	240,55	13'230,25	6'615,13	50,000
19 AP16	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.190.a) Consolidamento giunti: rimozione accurata delle sole malte instabili, decoese o non idonee tra i conci della muratura di tuf ... leggero idrolavaggio, ricostituzione della malta nei giunti con malta di calce idraulica sabbia e pozzolana e stilatura.	33,00	15,43	509,19	280,05	55,000
20 AP17	SOMMANO m2 (Rif. Analisi Prezzi allegate). Fornitura e posa in opera di telo di pacciamatura su area diserbata.	60,00	9,89	593,40	296,70	50,000
21 AP19	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo V.02.070.001.a.CAM). Diserbo manuale e pulizia nell'ambito edi cantieri di restauro Diserbo manuale e pulizia nell'ambito di cantieri di res ... scarica autorizzata con esclusione della tassa per la scarica di aree le cui superfici di calpestio sono in terreno	100,00	4,00	400,00	288,00	72,000
22 AP20	SOMMANO mc (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.040.400.a). Rinterro di terreno, precedentemente asportato, mediante l'utilizzo di piccolo mezzo meccanico e con l'ausilio di personale per lo spostamento del terreno in zone di difficile accesso per il mezzo e pistonatura	50,00	18,99	949,50	484,25	51,000
23 AP21	SOMMANO mc (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.01.040.400.a). Rinterro di terreno, precedentemente asportato, mediante l'utilizzo di piccolo mezzo meccanico e con l'ausilio di personale per lo spostamento del terreno in zone di difficile accesso per il mezzo e pistonatura	84,49	7,85	663,25	228,09	34,390
24 AP22	SOMMANO mc (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.001.200.040.a). Movimentazione nell'area di cantieri di materiali di risulta di qualsiasi natura e consistenza con uso di mezzi meccanici ... eposito più vicina (0distanza massima 300 m) autorizzata dall'amministrazione competente, per lavori nei centri storici.	84,49	25,95	2'192,52	575,30	26,240
25 AP23	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.06.040.010.a) Liquido antiparassitario per la prevenzione e la conservazione delle strutture lignee Applicazione di liquido antiparassitar ... , stesura a tre passate intervallate per favorire il massimo assorbimento del prodotto. Con vernice antitarlo fungicida	36,59	7,17	262,35	115,43	44,000
26 AP24	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.06.040.030.a) Applicazione di mordente di noce diluito con olio di lino cotto mediante due passate su legname in vista	36,59	6,41	234,54	166,52	71,000
	A R I P O R T A R E			247'298,77	170'492,24	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	I M P O R T I		COSTO Manodopera	incid. %
			unitario	TOTALE		
	R I P O R T O			247'298,77	170'492,24	
27 AP25	traspirante tipo Delta Lite, secondo le modalità esecutive indicate nel capitolato speciale d'appalto. SOMMANO m2	150,00	21,03	3'154,50	1'892,70	60,000
28 AP26	(Rif. Prezzario Campania 2022, art. E.04.060.010.c.CAM). Solaio in legno, realizzato in opera, costituito da travi principali in legno di adeguata sezione, le protezioni delle test ... L'UTILIZZO DI TRAVI LAMELLARI OPPORTUNAMENTE LAVORATE COME DA DETTAGLI ESECUTIVI DESCRITTI NELLA TAVOLA N. 15, ALLEGATA. SOMMANO mq	21,00	110,85	2'327,85	838,03	36,000
29 AP27	(Rif. Prezzario Campania 2022, art. A.06.020.100.e). Restauro di muratura antica per integrazione di cavità provocate da agenti atmosferici eseguito previa spazzolatura e raschiato ... m 0,5; ad opus latericium con mattoncini. SI ADOTTA PER RESTAURO SEMICOLONNA LATERIZIA SU PARETE DELLA CASA RUSTICA CC1. SOMMANO mq	2,00	497,37	994,74	497,37	50,000
30 AP28	Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.19.010.070.c). Inferriate, ringhiere, parapetti e cancellate eseguite con profilati normali in acciaio (tondi, piatti, quadri, angolari, sc ... urature, le opere murarie, la spalmatura con una mano di minio o di vernice antiruggine. Ringhiere e inferriate semplici SOMMANO kg	105,00	10,24	1'075,20	247,30	23,000
31 AP29	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Sgombero del cunicolo posto sulla parete occidentale del criptoportico dai blocchi di pietrame ivi posti a chiusura del varco. Al mc. SOMMANO m3	10,00	43,19	431,90	388,71	90,000
32 AP30	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo V.02.070.001.c). Diserbo manuale e pulizia nell'ambito edi cantieri di restauro Diserbo manuale e pulizia nell'ambito di cantieri di restaur ... rasporto a discarica autorizzata con esclusione della tassa per la discarica di pareti antiche supporto in pietra antica SOMMANO mq	30,00	9,97	299,10	215,35	72,000
33 AP31	(Rif. Analisi Prezzi allegate). Realizzazione di nuova scala in legno (abete) all'interno della casa rustica CC1 secondo le indicazioni di progetto, in sostituzione di quella esi ... gio in opera della nuova scala (cfr. dettagli esecutivi della tavola n. 15). Prezzo al ml di elementi (pedate) in legno. SOMMANO ml	18,00	109,23	1'966,14	1'376,30	70,000
34 AP32	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo A.06.020.140.a). Chiusura dei fori d'andito. Pulitura: con particolare attenzione alla pulitura e disinfestazione delle parti interne alla m ... empo da impiegarsi per l'esecuzione a piccoli tratti intervallati sullo stesso paramento murario oggetto dell'intervento SOMMANO mc	10,00	21,49	214,90	148,28	69,000
35 AP33	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.07.005.040.a.CAM). Massetto cementizio premiscelato fibrorinforzato con fibre di polietilene per interni e per esterni additivato con resi ... nti o come masso di pendenza per impermeabilizzazioni; resistenza a compressione 20 N/mm² spessore nel punto minimo 2 cm SOMMANO mc	2,16	542,34	1'171,45	363,15	31,000
36 AP34	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.07.050.030.a). Drenaggio orizzontale con argilla espansa di granulometria media. Esecuzione di drenaggio orizzontale con argilla espansa d ... con ausilio di mezzi meccanici e con spianamento a mano, anche su superfici leggermente inclinate. Con argilla espansa. SOMMANO mc	28,80	142,96	4'117,25	452,90	11,000
37 AP35	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.12.060.080.a) Strato di zavorramento con ghiaia tonda d ifiume Strato di zavorramento realizzato mediante fornitura di ghiaia tonda di fiu ... ra del materiale e la regolarizzazione degli strati a strati successivi. Si prescrive l'utilizzo di pietrisco non tondo. SOMMANO mq	2,16	57,13	123,40	54,30	44,000
38 AP36	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.020.a) Stuccatura e rasatura di superfici in legno con stucco grasso, già trattate con imprimitura, compresi la successiva carteggiatura per uniformare e preparare il fondo per la verniciatura. SOMMANO mq	16,12	5,02	80,92	51,79	64,000
	(Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.050.a). Verniciatura di superfici in legno Verniciatura su superfici in legno già preparate, con due strati di vernice di cui una di fondo ed una di finitura a perfetta copertura, di qualsiasi colore lucido o opaco. Smalto sintetico opaco					
	A R I P O R T A R E			263'256,12	177'018,42	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità	I M P O R T I		COSTO Manodopera	incid. %
			unitario	TOTALE		
	R I P O R T O			263'256,12	177'018,42	
39 AP37	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.02.070.020.a). Smontaggio di impalcati in legno di solai composti da listelli, travetti e tavolati, compreso la schiodatura, smuratura, la ... eventuale materiale di recupero e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio; esclusa la grossa orditura portante.	16,12	15,81	254,86	50,97	20,000
40 AP38	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.03.020.010.a). Ferro lavorato per catene, cerchiature e simili, di qualsiasi profilo e sezione inclusi le chiavi o piastre di ancoraggio, i pezzi speciali, tagli a misura e sfridi, saldature, mano di antiruggine, murature di ancoraggio.	21,00	12,75	267,75	208,85	78,000
41 AP39	SOMMANO kg (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.21.040.040.b.CAM). Applicazione di uno strato di imprimitura su superfici in legno nuove o già preparate, prima della stuccatura e rasatura. Con impregnante a solvente: turapori	84,78	7,60	644,33	399,48	62,000
42 AP40	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.010.010.d). Portone esterno di ingresso in legno Portone esterno di ingresso di legno, a due o più partite, di qualsiasi luce, costituiti ... on una griglia metallica atta a consentire la ventilazione del piano terra, caratterizzato da forte umidità ambientale.	9,92	7,26	72,02	46,81	65,000
43 AP41	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.030.010.e). Invetriata in legno con/ senza sopra-luce, fino a 3 mq Invetriata di legno con/senza sopra-luce fisso o apribile, ad una o pi ... o con nastro autoespandente, la pulizia finale e allontanamento dei materiali di risulta. Fino a 3 mq - Di legno douglas	2,50	623,93	1'559,83	140,38	9,000
44 AP42	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.030.050.a). Sovraprezzo alle invetrate in legno o legno alluminio. Per meccanismo ad anta ribalta	1,00	464,44	464,44	46,44	10,000
45 AP43	SOMMANO m2 (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.18.030.050.a). Sovraprezzo alle invetrate in legno o legno alluminio. Per meccanismo ad anta ribalta	1,00	88,93	88,93	8,89	10,000
46 AP44	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.20.020.010.c). Vetrata isolante sp. nominale 4 mm Vetrata isolante composta da due lastre di vetro float incolore, lastra interna e lastra ... ggio su infissi o telai in legno o metallici compreso altresì sfridi, tagli e sigillanti siliconici- Intercapedine 12 mm	1,00	76,00	76,00	4,56	6,000
47 AP45	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo R.02.060.022.a.CAM). Demolizione di massi, massetto continuo in calcestruzzo o malta cementizia, di sottofondi, platee e simili, eseguito a ... ne. Compresi l'accatastamento dei materiali di risulta fino ad una distanza di 50 m. Non armati di altezza fino a 10 cm.	21,00	15,34	322,14	138,52	43,000
48 AP46	SOMMANO ognuno (Rif. Analisi Prezzi allegate). Esecuzione di collegamento delle travi in legno lamellare del nuovo solaio (casa rustica CC1) alla nuova soletta di ripartizione mediante posa di co ... XI 12/40 su assito, secondo le indicazioni esecutive descritte nella tavola n. 15, allegata. Prezzo per ogni connettore.	102,00	13,39	1'365,78	519,00	38,000
49 AP47	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Campania 2022, articolo E.12.040.030.a). Barriera al vapore costituita da un foglio di polietilene di 0,4 mm Freno al vapore costituita da un foglio di polietilene ... o di posa idoneamente preparato a qualsiasi altezza, su superfici piane, curve e inclinate. Spessore 0,2 mm, colore nero	21,00	3,95	82,95	18,25	22,000
50 B01032	SOMMANO m3 (Rif. Prezzario DEI, RECUPERO 2021, art. B35013). Sovraprezzo per la posa di strutture in legno lamellare nei casi in cui la movimentazione in cantiere del materiale si svolga in ambienti ristretti richiedendo il preponderante intervento di manodopera per il trasporto. Per strutture semplici.	14,59	217,39	3'171,72	2'537,38	80,000
51	SOMMANO mq (Rif. Prezzario Molise 2022). Demolizione di pavimento in mattoni, marmette, ecc., compreso il sottofondo dello spessore fino a 5 cm, anche con eventuale recupero parziale del materiale. SI PRESCRIVE IL RECUPERO DEL PAVIMENTO PREESISTENTE.	21,00	10,80	226,80	226,80	100,000
	A R I P O R T A R E			271'853,67	181'364,75	

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	IMPORTI	COSTO Manodopera	incid. %
		TOTALE		
	RIPORTO			
	Riepilogo Strutturale CATEGORIE			
M	LAVORI A MISURA euro	288'137,64	196'995,26	68,368
M:001	PREPARAZIONE AREA DI ACCESSO AL CANTIERE euro	400,00	288,00	72,000
M:001.002	Diserbi, consolidamenti e restauri euro	400,00	288,00	72,000
M:001.002.002	OG2 euro	400,00	288,00	72,000
M:002	SCAVI ARCHEOLOGICI euro	174'751,31	129'216,67	73,943
M:002.001	Ampliamento scavo archeologico euro	174'751,31	129'216,67	73,943
M:002.001.001	OS25 euro	174'751,31	129'216,67	73,943
M:003	RESTAURO STRUTTURE RINVENUTE NELLE PRECEDENTI CAMPAGNE DI SCAVO euro	25'930,26	15'373,06	59,286
M:003.002	Diserbi, consolidamenti e restauri euro	25'930,26	15'373,06	59,286
M:003.002.002	OG2 euro	25'930,26	15'373,06	59,286
M:004	LAVORAZIONI LISTE SETTIMANALI IN ECONOMIA DA AUTORIZZARSI DALLA D.L. PER LAVORI NON QUANTIFICABILI A MISURA euro	13'069,50	12'416,04	95,000
M:004.004	Lavori diversi non quantificabili a misura euro	13'069,50	12'416,04	95,000
M:004.004.002	OG2 euro	13'069,50	12'416,04	95,000
M:005	MOVIMENTAZIONE MATERIALI DI RISULTA E TRASPORTO A DISCARICA euro	5'268,00	3'588,19	68,113
M:005.005	Movimentazione materiali nell'ambito del cantiere euro	5'268,00	3'588,19	68,113
M:005.005.002	OG2 euro	5'268,00	3'588,19	68,113
M:006	INTERVENTI PER LA FRUIZIONE euro	23'993,78	13'052,52	54,400
M:006.006	Risistemazione casa rustica CC1 euro	23'993,78	13'052,52	54,400
M:006.006.002	OG2 euro	23'993,78	13'052,52	54,400
M:007	PROTEZIONE E MESSA IN SICUREZZA RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI E AREA DI SCAVO euro	44'724,79	23'060,78	51,562
M:007.003	Messa in sicurezza euro	44'724,79	23'060,78	51,562
M:007.003.002	OG2 euro	44'724,79	23'060,78	51,562
	TOTALE euro	288'137,64	196'995,26	68,368
	Data, 27/09/2022			
	Il Tecnico 			
	A RIPORTARE			

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

PIANO DI MONITORAGGIO E MANUTENZIONE

Data: Luglio 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
22

Comune di San Giuliano del Sannio

Provincia di Campobasso

Area archeologica in località Crocella (cosiddetta Villa dei Neratii).

Scavo archeologico, consolidamento e restauro

PIANO DI MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELL'OPERA

Descrizione dell'opera

Dalle indagini e varie campagne di scavo archeologico condotte nel sito di San Giuliano del Sannio nel corso degli anni 2004-2010, e poi tra il 2018 e il 2019, sono emersi i resti di quello che si ritiene essere un imponente complesso edilizio, oggi noto come "Villa dei Neratii", forse il più importante del Molise dopo l'insediamento di Sepino, che sorge a breve distanza, e che vi è storicamente connesso.

Attualmente è ben visibile quello che viene riconosciuto come un criptoportico, rivolto verso la piana di Sepino, subito al di sotto della strada provinciale, che ha utilizzato il terrazzamento superiore quale piano di posa della propria fondazione.

Un passaggio coperto con volta concrezionale realizzata con cassaforma a tavoloni, a schiena d'asino, si trova nella parete occidentale del criptoportico e porta alla zona sovrastante la strada provinciale dove, si ipotizza, possano esserci resti di ambienti residenziali di pregio.

Resti della villa sono presenti anche nel seminterrato della vicina casa colonica, nonché nella parete occidentale della stessa, dove è presente una semicolonna laterizia, facente parte dell'ornamentazione architettonica che segnava il criptoportico dall'esterno.

Il progetto prevede diversi interventi, con finalità di tipo archeologico, di conservazione ed estensione dello scavo, e di valorizzazione.

L'intervento di restauro e messa in sicurezza, a monte del presente piano di manutenzione, è ampiamente descritto nelle tavole grafiche allegate e in tutta la documentazione progettuale a corredo.

Individuazione del manutentore

Allo scopo di garantire la continuità e l'efficienza della manutenzione è indispensabile e prioritario individuare l'Ente pubblico tenuto alla manutenzione stessa ovvero specificamente delegato.

Premessa

Il presente piano di monitoraggio e manutenzione descrive la qualità, quantità e periodicità degli interventi a farsi sull'opera in oggetto, nel corso della sua vita utile, per una corretta manutenzione e conservazione delle sue caratteristiche prestazionali e delle opere realizzate con interventi di restauro.

Definizione e scopi della manutenzione

La manutenzione è l'insieme delle attività tecnico-amministrative finalizzate alla conservazione degli elementi strutturali e di finitura, al ripristino della loro funzionalità ed efficienza in modo da garantirne le prestazioni.

La funzionalità di un manufatto è l'idoneità dello stesso ad adempiere le funzioni per cui è stato realizzato, fornendo il livello di prestazioni atteso.

L'efficienza è l'idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto l'aspetto dell'affidabilità, dell'economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno nel corso della vita utile del manufatto in questione.

Quest'ultimo concetto, cioè la previsione della vita utile dell'opera, se affrontato, come nel caso in specie, in fase di progetto permette di razionalizzare le attività di manutenzione contenendone i costi.

Ciò si realizza compiutamente:

- puntando su materiali con una capacità di resistere nel tempo riducendo quanto più possibile il problema della manutenzione;
- prevedendo le future operazioni manutentive e quindi concependo le realizzazioni con un alto grado di manutenibilità.

In particolare, per manutenzione di manufatti archeologici in muratura o altro materiale, si parla di:

- **deterioramento:** processo per cui le caratteristiche fisico-meccaniche vengono meno per l'azione di agenti atmosferici o altre cause;
- **ripristino:** azioni volte a ristabilire la funzionalità e/o l'efficienza della struttura;
- **controllo:** azioni di verifica delle caratteristiche tecnico fisiche, della funzionalità e

della efficienza di un elemento;

La manutenzione a seconda della correlazione esistente tra evento/intervento può definirsi:

necessaria: quando siamo in presenza di guasto o deterioramento;

preventiva: quando è diretta a prevenire i guasti ed a limitare i deterioramenti;

programmata: quando si attua una forma di manutenzione preventiva in cui si prevedono operazioni di controllo eseguite periodicamente, secondo un programma prestabilito.

Il piano di monitoraggio e manutenzione ha lo scopo di pianificare una serie di controlli ed interventi volti al mantenimento degli standards di funzionalità, efficienza, affidabilità e qualità per cui l'opera è stata realizzata, seppur, come in questo caso, relative a strutture di tipo archeologico.

Il piano comprende le seguenti partizioni, con riferimento alle informazioni e prescrizioni in esse contenute:

- **MANUALE D'USO:** individua le parti più importanti dell'opera.
- **MANUALE DI MANUTENZIONE:** contiene la descrizione sommaria dell'elemento o del sistema di elementi oggetto della manutenzione con la sua individuazione, la descrizione delle anomalie/difetti riscontrabili e l'individuazione delle manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente e quelle per la quali bisogna far ricorso a personale specializzato;
- **PROGRAMMA DI MANUTENZIONE:** contiene l'indicazione dei controlli e degli interventi da eseguire a cadenze temporalmente o altrimenti prefissate, articolato come segue:
 - **sottoprogramma dei controlli** contenente l'indicazione dell'elemento, la sua localizzazione, il tipo di controlli da effettuare e la frequenza con cui questi ultimi debbano essere effettuati;
 - **sottoprogramma degli interventi** che riporta l'indicazione dell'elemento, la sua localizzazione, gli interventi di manutenzione previsti e la frequenza con cui questi ultimi debbano essere effettuati.

PIANO RELATIVO AL SITO DI SAN GIULIANO DEL SANNIO (COSIDDETTA VILLA DEI NERATII).

MANUALE D'USO

Corpi d'opera

Scavi archeologici (OS25)

Opere edili di restauro e conservazione (OG2)

Unità Tecnologiche (UT)

01 - Strutture archeologiche

02 - Collegamenti verticali interni alla casa colonica

03 – Servizio igienico nella casa colonica

04 – Solaio in legno casa colonica.

MANUALE DI MANUTENZIONE

Elementi manutenibili riferiti alla UT01

- Murature archeologiche (pareti)
- Elementi per la protezione (creste murarie)
- Resti di muratura archeologica nel piano seminterrato della casa colonica

Elementi manutenibili riferiti alla UT02

- Scala nella casa colonica

Elementi manutenibili riferiti alla UT03

- Nuovo bagno nella casa colonica

Elementi manutenibili riferiti alla UT04

- Solaio in legno

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Documentazione preventiva

E' necessario costituire un fascicolo del manufatto contenente tutta la documentazione sia amministrativa che tecnica del progetto e di eventuali varianti, corredata da una campagna fotografica dettagliata sulle condizioni finali alle quali è giunto il manufatto al termine dei lavori. Dovranno fare parte integrante di tale fascicolo anche le schede tecniche dei materiali utilizzati nel corso dei lavori di restauro, nonché i libretti di istruzione e manutenzione degli elementi aggiunti per la fruizione.

Tale fascicolo dovrà accompagnare ogni fase di intervento manutentivo e sarà pertanto provvisto di spazi adeguati per le annotazioni periodiche.

Tempistica e modalità di manutenzione

Sottoprogramma dei controlli

Sottoprogramma degli interventi

Di seguito sono riportati gli elementi del manuale e del programma di manutenzione, in relazione alle parti elencate nel manuale d'uso.

MANUALE DI MANUTENZIONE

Unità Tecnologica 01: murature archeologiche (strutture murarie)

Elementi manutenibili dell'Unità Tecnologica:

Murature archeologiche

Livello minimo delle prestazioni attese a restauro avvenuto: Presentare una struttura della muratura coesa ed esente da colonizzazioni biologiche, da lesioni, distacchi e disgregazione della malta.

Anomalie riscontrabili e interventi da realizzare:

- Fessurazioni o lesioni;
- Disgregazione;
- Rigonfiamenti;
- Deposito superficiale;
- Presenza di vegetazione infestante superiore;
- Presenza di vegetazione infestante inferiore, patina biologica;

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Sottoprogramma dei controlli

Controllo a vista relativo alla presenza vegetazione, muschi licheni, colonizzazioni biologiche in genere, alla presenza di lesioni e distacchi.

Controllo eseguibile da: personale specializzato

Frequenza del controllo: semestrale

Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

Gli interventi da attuarsi consistono in:

- Trattamento biocida da eseguirsi sempre in assenza di piogge, e nel diserbo di possibili piante superiori che sfuggono al controllo e alla prevenzione. Tale trattamento va eseguito alla prima ripresa vegetazionale (non oltre quindi i mesi di marzo e aprile) con l'applicazione di prodotti agenti direttamente sul metabolismo vegetale, provvedendo alla successiva rimozione dei vegetali insediati e alla

sigillatura dei punti di insediamento con malte ecocompatibili.

Frequenza dell'intervento: trattamento biocida due volte all'anno, una volta nel periodo autunno/inverno e una volta nel periodo primavera/estate.

Intervento eseguibile da: Personale specializzato

- Riparazione di eventuali fenomeni di disgregazione delle malte che favoriscono l'infiltrazione dell'acqua, onde evitare la formazione di fessurazioni e lesioni, a mezzo di iniezioni con malta a base calce ecocompatibile.

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza

Intervento eseguibile da: Mano d'opera qualificata e/o specializzato con la consulenza di un restauratore

MANUALE DI MANUTENZIONE

Unità Tecnologica 01: murature archeologiche (creste murarie)

Elementi manutenibili dell'Unità Tecnologica:

Strato di malta su colmi di murature (dette creste) costituito da scampoli di pietrame allettati con malta di calce idraulica della stessa o simile composizione delle esistenti.

Livello minimo delle prestazioni attese: Presentare una consistenza tale da impedire la penetrazione dell'acqua.

Anomalie riscontrabili e interventi:

Disgregazione della malta

Degrado del foglio di PVC interposto in fase di restauro.

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Sottoprogramma dei controlli

Controllo eseguibile da: personale qualificato

Frequenza del controllo: all'occorrenza

Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

Ripristino della malta di calce.

Intervento eseguibile da: Personale qualificato

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza

Unità tecnologica 02- - Collegamenti verticali interni alla casa colonica

Elementi manutenibili dell'Unità Tecnologica

Scala in legno e ferro nella casa colonica

Livello minimo delle prestazioni attese: Presentare la struttura degli elementi in legno della scala compatta, priva di inflessioni, fessurazioni, scheggiature.

Integrità della balaustra in ferro.

Anomalie riscontrabili e interventi:

Inflessioni, fessurazioni, scheggiature, attacco biologico da parte di insetti xilofagi.

Ossidazione delle parti in ferro.

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Sottoprogramma dei controlli

Controllo eseguibile da: personale specializzato

Frequenza del controllo: annuale

Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

- eliminazione delle cause dei suddetti fenomeni di rigonfiamento e conseguenti fessurazioni, e di eventuali fenomeni di marcescenza e attacchi di parassiti;
- Utilizzazione di prodotti non aggressivi chimicamente in fase di pulizia periodica;
- Trattamento del legno con prodotti antitarlo;
- Sostituzione di elementi danneggiati.
- Trattamento passivante delle parti in ferro.

Intervento eseguibile da: Personale specializzato

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza

Unità tecnologica 03- - Servizio igienico con wc + lavabo portatile

Elementi manutenibili dell'Unità Tecnologica

Wc + lavabo portatile con serbatoi per acqua e vaschetta di raccolta dei liquami.

Livello minimo delle prestazioni attese:

Funzionamento e assenza di perdite della cassetta di raccolta e del serbatoio dell'acqua.

Anomalie riscontrabili e interventi:

Perdite;

Otturazioni e/o danneggiamenti del tubo di adduzione dell'acqua al lavabo.

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Sottoprogramma dei controlli

Controllo eseguibile da: personale qualificato.

Frequenza del controllo: all'occorrenza

Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

Sostituzione degli elementi e/o riparazione degli elementi danneggiati secondo le indicazioni delle istruzioni di manutenzione che accompagnano il manufatto;

Svuotamento e pulizia della vaschetta di raccolta dei liquami.

Intervento eseguibile da: Personale addetto

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza

Unità Tecnologica 04: Solaio in legno

Elementi manutenibili dell'Unità Tecnologica

Nuovo solaio in legno nella casa colonica, piano seminterrato.

Livello minimo delle prestazioni attese a restauro avvenuto: Presentare la struttura degli elementi in legno compatta ed esente da inflessioni.

Anomalie riscontrabili e interventi da realizzare:

Fessurazioni degli elementi strutturali (travi principali)

Rigonfiamenti delle fibre legnose; marcescenza.

Attacco biologico da parte di insetti xilofagi.

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Sottoprogramma dei controlli

Controllo eseguibile da: personale specializzato.

Frequenza del controllo: annuale

Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

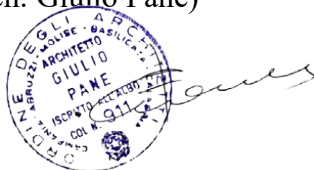
- eliminazione delle cause dei suddetti fenomeni di rigonfiamento e conseguenti fessurazioni e di eventuali fenomeni di marcescenza, in prevalenza determinati da umidità ambientale;
- Trattamento del legno con prodotti impregnanti ad alta penetrazione e protezione.

Intervento eseguibile da: Personale specializzato con la consulenza di un restauratore.

Frequenza dell'intervento: all'occorrenza

Il tecnico progettista

(arch. Giulio Pane)



REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Data: Luglio 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
23

INDICE DEL DOCUMENTO

INDICE DEL DOCUMENTO	1
PARTE PRIMA: PROCEDURE AMMINISTRATIVE.....	5
NATURA ED OGGETTO DELL'APPALTO	5
Art. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO.....	5
Art. 2 -AMMONTARE DELL'APPALTO, CLASSIFICAZIONE DEI LAVORI.....	5
Art. 3 -MODALITÀ DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO	6
DISCIPLINA CONTRATTUALE	7
Art. 4 -DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO.....	7
Art. 5 -DISPOSIZIONI GENERALI RIGUARDANTI L'APPALTO.....	7
Art. 6 -DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO.....	8
Art. 7 -INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO	9
Art. 8 -NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE	9
Art. 9 -ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI	10
Art. 10 - DANNI DI FORZA MAGGIORE.....	11
Art. 11 - RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE E DOMICILIO, DIRETTORE DI CANTIERE.....	11
Art. 12 - FALLIMENTO DELL'APPALTATORE	12
Art. 13 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO	12
GARANZIE.....	14
Art. 14 - CAUZIONE PROVVISORIA	14
Art. 15 - CAUZIONE DEFINITIVA.....	15
Art. 16 - RIDUZIONE DELLE GARANZIE	16
Art. 17 - GARANZIA DI BUON ADEMPIMENTO	16
TERMINI PER L'ESECUZIONE.....	16
Art. 18 - CONSEGNA E INIZIO LAVORI	16
Art. 19 - TERMINI PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI.....	18
Art. 20 - SOSPENSIONI E PROROGHE	18
Art. 22 - PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI DELL'APPALTATORE E CRONOPROGRAMMA	18
Art. 23 - INDEROGABILITÀ DEI TERMINI DI ESECUZIONE	19
Art. 24 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO PER MANCATO RISPETTO DEI TERMINI.....	20

DISCIPLINA ECONOMICA.....	20
Art. 25 - ANTICIPAZIONE.....	20
Art. 26 - PAGAMENTI IN ACCONTO.....	20
Art. 27 - PAGAMENTI A SALDO	21
Art. 28 - RITARDO NELLA CONTABILIZZAZIONE E/O NEL PAGAMENTO DELLE RATE DI ACCONTO.....	22
Art. 29 - RITARDO NELLA CONTABILIZZAZIONE E/O NEL PAGAMENTO DELLA RATA DI SALDO.....	22
Art. 30 - REVISIONE PREZZI	23
Art. 31 - CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI.....	23
Art. 32 - RIMUNERATIVITÀ DEI PREZZI.....	23
CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI.....	23
Art. 33 - LAVORI A CORPO	23
Art. 34 - ONERI PER LA SICUREZZA	24
DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE	24
Art. 35 - DIREZIONE DEI LAVORI.....	24
Art. 36 - PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI DEMOLIZIONE O RISULTA	24
Art. 37 - VARIAZIONE DEI LAVORI	25
Art. 38 - VARIANTI PER ERRORI OD OMISSIONI PROGETTUALI	25
Art. 39 - PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI	26
DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA	26
Art. 40 - NORME DI SICUREZZA GENERALI	26
Art. 41 - SICUREZZA SUL LUOGO DI LAVORO	26
Art. 42 - PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA.....	27
Art. 43 - OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA	27
DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO	28
Art. 44 - SUBAPPALTO	28
CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO.....	28
Art. 45 - ACCORDO BONARIO, RISERVE, CONTROVERSIE, FORO COMPETENTE	28
Art. 46 - TERMINI PER IL PAGAMENTO DELLE SOMME CONTESTATE	29
Art. 47 - TUTELA DEI LAVORATORI	29
DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE	29
Art. 48 - ULTIMAZIONE DEI LAVORI.....	29

Art. 49 - PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI	30
Art. 50 - TERMINI PER LA VERIFICA DI REGOLARE ESECUZIONE	30
VERIFICHE E PROVE, COLLAUDI, DOCUMENTAZIONE	31
Art. 51 - VERIFICHE E PROVE	31
Art. 52 - COLLAUDI	31
Art. 53 - DOCUMENTAZIONE	31
NORME FINALI	31
Art. 54 - ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE - RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE	31
Art. 55 - OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE	37
Art. 56 - DANNI	38
Art. 57 - CUSTODIA DEL CANTIERE	39
Art. 58 - CARTELLO DI CANTIERE	39
Art. 59 - SPESE CONTRATTUALI, IMPOSTE, TASSE	39
Art. 60 - TRACCIABILITÀ DEI PAGAMENTI	40
Art. 61 - DOCUMENTAZIONE	41
PARTE SECONDA: PRESCRIZIONI TECNICHE	42
NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI	42
Art. 62 - LAVORI A MISURA	42
Art. 63 - LAVORI A CORPO	42
Art. 64 - VALUTAZIONE DEI MANUFATTI E DEI MATERIALI A PIE' D'OPERA	43
Art. 65 - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI	43
PARTE TERZA: QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI	51
Art. 66 - MATERIALI IN GENERE	51
Art. 67 - ACQUA, CALCI, GESSO	52
Art. 68 - MATERIALI INERTI PER MALTE, STUCCHI E CONGLOMERATI	57
Art. 69 - ELEMENTI IN LATERIZIO E CALCESTRUZZO	60
Art. 70 - MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	62
Art. 71 - PRODOTTI A BASE DI LEGNO - GENERALITÀ	65
Art. 72 - PIETRE NATURALI E RICOSTRUITE	68
Art. 73 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONE E RIVESTIMENTI - GENERALITÀ	70
Art. 74 - MATERIALI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEO-TESSUTI, TESSUTI-NON- TESSUTI)	72

Art. 75 – MATERIALI PER LA PULIZIA DI MANUFATTI LAPIDEI - GENERALITÀ.....	73
Art. 76 – MATERIALI IMPREGNANTI - GENERALITÀ.....	83
Art. 77 – MATERIALI VARI.....	94
Art. 78 – MATERIALI COMPOSITI FRP	98
PARTE QUARTA: GLI ACCERTAMENTI ANALITICI E DIAGNOSTICI	100
Art. 77 – GLI ACCERTAMENTI ANALITICI E DIAGNOSTICI - GENERALITÀ.....	100
Art. 78 – INDAGINI IN SITU ATTE AD APPROFONDIRE LA CONOSCENZA SULLE STRATIFICAZIONI DELL'EDIFICATO E SULLE CARATTERISTICHE STRUTTURALI E COSTRUTTIVE.....	102
Art. 79 – TECNICHE PER LA MISURAZIONE DELL'UMIDITÀ - GENERALITÀ.....	114
Art. 80 – MONITORAGGIO RILIEVO DINAMICO	118
Art. 81 – INDAGINI MECCANICHE IN SITU AL FINE DI DETERMINARE LE CARATTERISTICHE TENSIONALI DEI MATERIALI E DELLE STRUTTURE	125
PARTE QUINTA: PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO E DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE.....	125
Art. 82 – SCAVI.....	125
Art. 83 – PRECONSOLIDAMENTI	132
Art. 84 – PULITURE.....	135
Art. 85 – AGGIUNTE, INTEGRAZIONI.....	161
Art. 86 – PROTEZIONI	186
Art. 87 – DOCUMENTAZIONE	195

PARTE PRIMA: PROCEDURE AMMINISTRATIVE

NATURA ED OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO

- 1.L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per lo "Scavo archeologico, consolidamento e restauro in località Crocella (cosidetta Villa dei Neratii) in San Giuliano del Sannio (CB).
2. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
- 3.L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

Art. 2 -AMMONTARE DELL'APPALTO, CLASSIFICAZIONE DEI LAVORI

1. L'importo totale a base di gara è pari ad di € 293.332,88 (Euro duecentonovantatremilatrecentotrentadue/88) di cui € 5.195,24 per oneri di sicurezza, oltre ad imprevisti, spese generali e IVA di legge, come da seguente quadro economico di spesa:

A		LAVORI		
	A.1	Totale Articoli "a misura" al netto degli oneri speciali per la sicurezza (Soggetti a ribasso di gara)	288 137,64 €	
	A.2	Oneri speciali per la sicurezza ai sensi D. Lgs. 81/2008 (Non soggetti a ribasso di gara)	5 195,24 €	
		Sommano A		293 332,88 €
B		SOMME A DISPOSIZIONE		
	B.1	IVA sui Lavori (22% di A)	64 533,23 €	
	B.2	Imprevisti sui lavori e/o varianti	13 981,39 €	
	B.3	Incentivi per Funzioni Tecniche (2% di A)	5 866,66 €	
	B.4	Spese per l'espletamento della Gara (Commissione, pubblicità, ecc.)	4 000,00 €	
	B.5	Spese Tecniche per Indagini e prestazioni specialistiche (prelievo di malte, restauro beni mobili, su rinvenimenti archeologici, sentiero, ecc.)	23 800,00 €	
	B.6	Spese per Allacciamenti idrico ed elettrico	7 500,00 €	

	B.7	Spese per Oneri scarica autorizzata	2 000,00 €	
	B.8	Spese Tecniche per Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione	10 800,70 €	
	B.9	Contributo Previdenziale Inarcassa per Prestazione Prof. di CSE (4% di B8)	432,03 €	
	B.10	IVA su Spese, Oneri e Prestazioni (22% di B.2+B.4+B.5+B.6+B.7+B.8+B.9)	13 753,11 €	
		Sommano B		146 667,12 €
TOTALE INTERVENTO (A + B)				440 000,00 €

2. Il corrispettivo è determinato a corpo, ai sensi dell'art. 3, lettera dddddd), del D.Lgs. 50/2016.

Il costo stimato della manodopera, dei lavori di che trattasi è pari a € 196.995,26

L'Amministrazione si riserva il diritto di modificare il contratto durante il periodo di sua efficacia nei termini previsti dall'art.106 del D.lgs. 50/2016.

3. I lavori previsti nell'appalto sono ascrivibili alla categoria prevalente di opere generali "OG2" (restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali ed ambientali) o speciali "OS2" (in caso di restauro di superfici decorate e beni mobili di interesse storico artistico) ovvero "OS25" (in caso di scavo archeologico).;
4. I lavori consisteranno in diserbi, scavi archeologici, consolidamenti, restauri, puntellature e sistemazioni varie per l'accesso alle aree.
5. Nel rispetto ed esecuzione dei commi 3 e 4, per quanto applicabile e in particolar modo per ciò che concerne le abilitazioni e qualificazioni dell'impresa appaltatrice, dei suoi requisiti e delle necessarie dichiarazioni di conformità per gli impianti conseguenti all'esecuzione dei lavori, trovano applicazione il Decreto 10 novembre 2016, n. 248.

Art. 3 -MODALITÀ DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

1. Il contratto è stipulato interamente "a corpo".
2. Ai sensi dell'articolo 59, comma 5-bis del D. Lgs. n.50 del 2016, l'importo contrattuale resta fisso ed invariabile e nessuna delle parti contraenti potrà invocare alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità e qualità dei lavori.
3. I prezzi unitari offerti dall'aggiudicatario in sede di gara non hanno efficacia negoziale e l'importo complessivo dell'offerta, anche se determinato attraverso l'applicazione dei predetti prezzi unitari alle quantità, resta fisso e invariabile, ai sensi del comma 2; allo stesso modo non hanno efficacia negoziale le quantità indicate dalla amministrazione aggiudicatrice negli atti progettuali e nella lista, ancorché rettificata, essendo obbligo esclusivo del concorrente il controllo e la verifica preventiva della completezza e della congruità delle voci e delle quantità

indicate dalla stessa Stazione Appaltante, e di formulare l'offerta sulla sola base delle proprie valutazioni qualitative e quantitative, assumendone i rischi.

4. I prezzi unitari offerti dall'aggiudicatario in sede di gara sono per lui vincolanti esclusivamente per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ed ordinate o autorizzate e che siano estranee ai lavori a corpo già previsti. Per le categorie di lavori non previste in contratto si dovrà provvedere alla formazione dei nuovi prezzi.

DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 4 -DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO

Sono parte integrante del contratto di appalto, la seguente documentazione, che l'Impresa dichiara di conoscere e di accettare, e che qui si intende integralmente riportata, trascritta e accettata:

- Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari Ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
- Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti e le Circolari emanate e vigenti, per i rispettivi ambiti territoriali, nella Regione, Provincia e Comune in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
- Le norme emanate dal C.N.R., le norme U.N.I., le norme C.E.I., le tabelle CEI-
- UNEL, le altre norme tecniche ed i testi citati nel presente Capitolato;
- L'elenco dei Prezzi Unitari;
- I disegni del progetto esecutivo (tutte le tavole grafiche);
- La relazione generale;
- Le relazioni specialistiche;
- Il presente Capitolato Speciale d'Appalto
- Il cronoprogramma dei lavori;
- Le polizze di garanzia;
- L'offerta dell'aggiudicatario.

I documenti sopra elencati possono anche non essere materialmente allegati, fatto salvo il presente capitolato speciale descrittivo e prestazionale e l'elenco prezzi unitari, purché conservati dalla Stazione Appaltante e controfirmati dai contraenti.

Non fanno invece parte del contratto e sono estranei al rapporto negoziale:

- Il computo metrico estimativo;
- le quantità delle singole voci elementari, sia quelle rilevabili dagli atti progettuali e da qualsiasi altro allegato, che quelle risultanti dai computi metrici estimativi.

Art. 5 -DISPOSIZIONI GENERALI RIGUARDANTI L'APPALTO

L'appalto è soggetto alle relative norme e condizioni previste dal Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 (di seguito anche denominato "codice dei contratti") e s.m.i., applicabile sia ai lavori che alle forniture, dalle disposizioni previste dal presente capitolato speciale di appalto, oltre che, per quanto non regolato dalle clausole e disposizioni suddette, dalle norme del Codice Civile e

dalle altre disposizioni di legge nazionali vigenti in materia di contratti, nonché dalle leggi nazionali e comunitarie vigenti nella materia oggetto dell'appalto.

L'Appaltatore è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, alle norme sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti al momento dell'esecuzione delle opere (sia per quanto riguarda il personale dell'Appaltatore stesso, che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), alle disposizioni impartite dalle ASL, alle norme CEI, UNI, CNR e ambientali. Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, nonché le disposizioni di cui al D.P.C.M. 1 marzo 1991 e s.m.i. riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", alla legge 447/95 e s.m.i. (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e relativi decreti attuativi, al D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, e s.m.i., al D.M. 10 novembre 2016, n. 248 e alle altre norme vigenti in materia.

Nell'esecuzione contrattuale l'affidatario è tenuto a rispettare tutte le disposizioni vigenti in materia strutturale, impiantistica, elettrica ed ambientale, anche se emanate successivamente alla partecipazione alla gara.

Art. 6 -DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

1. La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'Appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché di completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. L'Appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori che, come da apposito verbale sottoscritto col responsabile del procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori, con esclusione espressa della apposizione di riserve e/o eccezioni relative ad aspetti menzionati al presente comma.
3. È fatto divieto all'Appaltatore, ed ai suoi collaboratori, dipendenti e prestatori d'opera, di fare o autorizzare terzi ad esporre o diffondere riproduzioni fotografiche e disegni delle opere appaltate, fatte salve quelle rientranti nell'ordinaria esecuzione dell'opera, e di divulgare, con qualsiasi mezzo, notizie e dati di cui egli sia venuto a conoscenza per effetto dei rapporti con l'amministrazione, senza espressa autorizzazione della stessa.
4. L'Appaltatore dovrà inoltre ottemperare, sotto la sua esclusiva responsabilità, alle leggi, ai regolamenti ed alle disposizioni vigenti o che saranno emanati nel corso dei lavori, in materia di lavori pubblici, di materiali da costruzione e per scavi e consolidamenti archeologici, di sicurezza ed igiene del lavoro e in genere in materia di trattamento e tutela dei lavoratori in conformità a quanto disposto nel capitolato generale di appalto per i lavori pubblici.
5. L'Appaltatore si intenderà anche obbligato alla osservanza di tutte le norme regolamentari e delle disposizioni emanate, ai sensi di legge, dalle competenti autorità governative, regionali e territoriali, che hanno giurisdizione sui luoghi in cui debbono eseguirsi i lavori.

Art. 7 -INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.
2. In caso di norme del presente capitolato speciale di appalto tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.
3. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del presente capitolato speciale di appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.
4. Qualora uno stesso atto contrattuale dovesse riportare delle disposizioni di carattere discordante, l'Appaltatore ne farà oggetto d'immediata segnalazione scritta alla Stazione Appaltante per i conseguenti provvedimenti di modifica. In ogni caso dovrà ritenersi nulla la disposizione che contrasta o che in minor misura collima con il contesto delle norme e disposizioni riportate nei rimanenti atti contrattuali.
5. Nel caso si riscontrassero disposizioni discordanti tra i diversi atti di contratto, l'Appaltatore rispetterà, nell'ordine, quelle indicate dagli atti seguenti: Contratto - Capitolato Speciale di Appalto - Disciplinare tecnico prestazionale degli elementi tecnici - Elenco Prezzi - Elaborati grafici.
6. Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione dei Lavori. L'Appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.

Art. 8 -NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere e le forniture oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti vigenti al momento dell'esecuzione dell'appalto, nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente capitolato speciale di appalto, nel disciplinare tecnico prestazionale, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci contenute nello stesso capitolato.

2. Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente l'articolo 101 del D.Lgs. n. 50/2016 e gli articoli 15, 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.
3. L'Appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l'esecuzione delle opere sia conforme alle vigenti norme in materia edilizia e in tema di scavi e consolidamenti archeologici.

Art. 9 -ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

1. In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione dei Lavori, non risulti pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione Appaltante. Quest'ultima si riserva, in ogni modo, il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi. L'Appaltatore presenterà alla Direzione dei Lavori per l'approvazione, prima dell'inizio lavori, il programma esecutivo a cui si atterrà nell'esecuzione delle opere, anche indipendente dal cronoprogramma, nel quale sono riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione. Nel caso in cui l'Appaltatore non presenti il programma esecutivo prima dell'inizio dei lavori, si atterrà al cronoprogramma.
2. L'Appaltatore dovrà condurre i lavori con personale tecnico di provata capacità ed idoneo, per numero e qualità, alle necessità derivanti dal programma dei lavori approvato.
3. Sul luogo di lavoro l'appaltatore dovrà sempre tenere un proprio rappresentante munito dei necessari poteri, al quale verranno comunicati, a tutti gli effetti, gli ordini verbali e scritti della Direzione dei Lavori.
4. Tutto il personale addetto ai lavori ed al cantiere dovrà essere di gradimento della Direzione dei Lavori, che potrà richiedere l'allontanamento dal cantiere di qualsiasi addetto ai lavori.
5. Resta impregiudicata la facoltà della Direzione dei Lavori di procedere all'esecuzione d'ufficio dei lavori, a tutte spese dell'Appaltatore, e nel caso di negligenza o inadempienza degli ordini impartiti.
6. In caso di recidività grave nei ritardi di esecuzione dei lavori, da parte dell'Appaltatore, si potrà addivenire alla risoluzione del contratto e l'Impresa sarà responsabile di ogni danno o maggior spesa gravante sull'Amministrazione per il proseguimento dei lavori, fino allo scadere dei termini contrattuali.
7. I lavori dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte ed in conformità ai disegni ed alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato e nel contratto, o emanate dalla Direzione dei Lavori, che potrà ordinare la demolizione ed il rifacimento di quanto non eseguito in conformità alle disposizioni contrattuali od alle buone regole d'arte, restando salvo il diritto dell'Amministrazione al risarcimento dei danni.

8. L'Appaltatore non potrà rifiutarsi di dare immediata esecuzione alle disposizioni ed agli ordini della Direzione dei Lavori che riguardino sia il modo di esecuzione dei lavori sia il rifiuto o la sostituzione di materiali.

Art. 10 - DANNI DI FORZA MAGGIORE

I danni cagionati da forza maggiore sono regolati dalla vigente normativa in materia. Si intendono per danni di forza maggiore tutti quegli eventi che, in riferimento al caso specifico, siano riconosciuti come cagionati da forza maggiore da sicuro orientamento giurisprudenziale prevalente e che, comunque, non siano dipendenti in alcun modo dall'Appaltatore, né al medesimo attribuibili, collegabili o in qualunque modo connessi.

Art. 11 - RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE E DOMICILIO, DIRETTORE DI CANTIERE

1. L'Appaltatore deve eleggere domicilio ai sensi e nei modi stabiliti dalla legge; a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto. Tale domicilio non deve intendersi come luogo esclusivo ove effettuare le comunicazioni dipendenti dal contratto, potendosi trasmettere la corrispondenza anche all'indirizzo della sede legale dell'Appaltatore e a mezzo PEC.
2. L'Appaltatore deve altresì comunicare, ai sensi della legge 136/2010 e s.m.i. (tracciabilità dei flussi finanziari), le generalità delle persone autorizzate a riscuotere titolari di un conto corrente dedicato.
3. Qualora l'Appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la Stazione appaltante, ai sensi e nei modi stabiliti dalla legge, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della Stazione appaltante quando ricorrano gravi e giustificati motivi. La direzione del cantiere è assunta dal Direttore Tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del Direttore Tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.
4. L'Appaltatore, tramite il direttore di cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il Direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per indisciplina, incapacità o grave negligenza. L'Appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persone di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata alla Stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la Stazione Appaltante del nuovo atto di mandato.

6. L'Appaltatore accetta espressamente che le comunicazioni anticipate a mezzo PEC dalla Stazione Appaltante, dal Direttore dei Lavori (o dal Coordinatore per la sicurezza, se presente) si intendono ricevute se ciò risulta dal rapporto di trasmissione e che gli eventuali termini assegnati hanno decorrenza dalla data di ricezione della PEC.
7. L'indirizzo di posta elettronica certificata (PEC) deve essere indicato espressamente all'atto della presentazione dell'offerta.
8. Ai sensi degli articoli 18, comma 1, e 20, comma 3, del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i., il personale occupato nell'ambito del cantiere deve esporre la tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro.

Art. 12 - FALLIMENTO DELL'APPALTATORE

1. In caso di fallimento dell'appaltatore la Stazione Appaltante si avvale, senza pregiudizio per ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dagli articoli 108, 109 e 110 del Codice dei contratti e s.m.i.
2. Se l'esecutore è un raggruppamento temporaneo, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante, trovano applicazione rispettivamente i commi 17 e 18 dell'articolo 48 del Codice dei contratti.
3. Nel rispetto dei commi 1 e 2 del presente articolo, e in particolar modo per la scelta di un nuovo contraente, si terrà conto delle disposizioni legislative dettate dalla Legge n.55 del 2019 e dal Decreto legislativo n.14 del 2019, se temporalmente pertinente.

Art. 13 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

La Stazione Appaltante ha facoltà di risolvere il contratto con l'Appaltatore senza necessità di ulteriori adempimenti, sulla scorta delle procedure di cui all'art. 108 del D.lgs. n. 50/2016 e s.m.i., anche mediante PEC, in particolare se una o più delle seguenti condizioni sono soddisfatte:

- a) il contratto ha subito una modifica sostanziale che avrebbe richiesto una nuova procedura di appalto ai sensi dell'articolo 106 del D.lgs. n.50/2016 e s.m.i.;
- b) con riferimento alle modifiche di cui all'articolo 106, comma 1, lettere b) e c) del Codice dei contratti in cui risulti impraticabile per motivi economici o tecnici quali il rispetto dei requisiti di intercambiabilità o interoperabilità tra apparecchiature, servizi o impianti esistenti forniti nell'ambito dell'appalto iniziale o comportamenti per l'amministrazione aggiudicatrice o l'ente aggiudicatore notevoli disguidi o una consistente duplicazione dei costi, ovvero siano intervenute circostanze impreviste e imprevedibili per l'amministrazione aggiudicatrice o per l'ente aggiudicatore ma sono state superate le soglie di cui al comma 7 del predetto articolo; con riferimento a modifiche non sostanziali sono state superate eventuali soglie stabilite dall'amministrazione aggiudicatrice ai sensi dell'articolo 106, comma 1, lettera e); con riferimento alle modifiche dovute a causa di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione, sono state superate le soglie di cui al comma 2, lettere a) e b) dell'articolo 106;

- c) l'aggiudicatario si è trovato, al momento dell'aggiudicazione dell'appalto in una delle situazioni di esclusione di cui all'articolo 80 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i e avrebbe dovuto pertanto essere escluso dalla procedura di appalto, ovvero ancora, per quanto riguarda i settori speciali, avrebbe dovuto essere escluso a norma dell'articolo 136, comma 1, secondo e terzo periodo;
- d) l'appalto non avrebbe dovuto essere aggiudicato in considerazione di una grave violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione europea in un procedimento ai sensi dell'articolo 258 TFUE, o di una sentenza passata in giudicato per violazione del Codice dei contratti.
- e) inadempimento alle disposizioni contrattuali o della Direzione Lavori circa i tempi di esecuzione;
- f) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;
- g) inadempimento accertato alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale;
- h) sospensione dei lavori da parte dell'Appaltatore senza giustificato motivo;
- i) rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori nei termini previsti dal contratto;
- j) sub-appalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto;
- k) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche del contratto ed allo scopo dell'opera;
- l) proposta motivata del coordinatore della sicurezza nella fase esecutiva (o della Direzione Lavori in possesso dei requisiti) ai sensi dell'art. 92 comma 1 lett. e) del D.lgs. n. 81/2008;
- m) perdita, da parte dell'Appaltatore, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrarre con la pubblica amministrazione;
- n) ogni altra causa prevista dal capitolato speciale di appalto.

La stazione appaltante dovrà risolvere il contratto qualora:

- a) nei confronti dell'Appaltatore sia intervenuta la decadenza dell'attestazione di qualificazione per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;
- b) nei confronti dell'Appaltatore sia intervenuto un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione di cui al codice delle leggi antimafia e delle relative misure di prevenzione, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per i reati di cui all'articolo 80 del D.lgs. n.50/2016 e s.m.i..

Quando il Direttore dei Lavori o il responsabile dell'esecuzione del contratto accerta un grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'Appaltatore, tale da comprometterne la buona riuscita delle prestazioni, invia al Responsabile del Procedimento una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente, il cui importo può essere riconosciuto all'Appaltatore. Egli formula, altresì, la contestazione degli addebiti all'Appaltatore, assegnando un termine non inferiore a quindici

giorni per la presentazione delle proprie controdeduzioni al Responsabile del Procedimento. Acquisite e valutate negativamente le predette controdeduzioni, ovvero scaduto il termine senza che l'Appaltatore abbia risposto, la Stazione Appaltante, su proposta del Responsabile del Procedimento, dichiara risolto il contratto. Qualora l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'Appaltatore rispetto alle previsioni del contratto, il Direttore dei Lavori, o il Responsabile Unico dell'esecuzione del contratto, gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali l'Appaltatore deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine assegnato, e redatto processo verbale in contraddittorio con l'Appaltatore, qualora l'inadempimento permanga, la Stazione Appaltante risolve il contratto, fermo restando il pagamento delle penali.

Nel caso di risoluzione del contratto l'Appaltatore ha diritto soltanto al pagamento delle prestazioni relative ai lavori, servizi o forniture regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

Nei casi di risoluzione del contratto di appalto dichiarata dalla Stazione Appaltante, l'Appaltatore dovrà provvedere al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine a tale fine assegnato dalla stessa Stazione Appaltante; in caso di mancato rispetto del termine assegnato, la Stazione Appaltante provvede d'ufficio addebitando all'Appaltatore i relativi oneri e spese.

GARANZIE

Art. 14 - CAUZIONE PROVVISORIA

1. Ai sensi dell'art. 93 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i., l'offerta è corredata da una garanzia, pari al due per cento dell'importo dei lavori indicato nel bando o nell'invito, da prestare mediante cauzione o fideiussione, a scelta dell'offerente. La garanzia deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'art. 1957, comma 2, del codice civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.
2. La fideiussione, redatta secondo lo schema 1.1 del Decreto 19 gennaio 2018, n.31, debitamente integrato con la dichiarazione di rinuncia all'eccezione di cui all'art. 1957, comma 2, del Codice Civile, può essere bancaria o assicurativa, o rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'elenco speciale di cui all'art. 106 del D.lgs. n. 385 del 1 settembre 1993.
3. La garanzia deve avere validità per almeno 180 giorni dalla data prevista per la presentazione dell'offerta.
4. La cauzione può essere costituita anche con le modalità indicate al comma 2 del citato art. 93 D.lgs. 50/2016 e successive modifiche, fermo restando l'obbligo di presentare a corredo la dichiarazione di impegno di un fideiussore, in caso di aggiudicazione, a prestare la cauzione definitiva di cui al successivo articolo 15.
5. La cauzione copre la mancata sottoscrizione del contratto per fatto dell'aggiudicatario ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto medesimo.

Art. 15 - CAUZIONE DEFINITIVA

1. Ai sensi dell'art. 103, comma 1, del D.lgs. 50/2016 e s.m., l'esecutore dei lavori è obbligato a costituire una garanzia fideiussoria del dieci per cento dell'importo degli stessi. In caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10 (dieci) per cento la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 (dieci) per cento; ove il ribasso sia superiore al 20 (venti) per cento, l'aumento è di 2 (due) punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20 per cento.
2. La fideiussione bancaria o assicurativa, redatta secondo lo schema 1.2 del Decreto 19 gennaio 2018, n.31, deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'art. 1957, comma 2, del Codice Civile, e la sua operatività entro 15 (quindici) giorni a semplice richiesta scritta della Stazione appaltante.
3. La mancata costituzione della garanzia determina la revoca dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione da parte della stazione appaltante.
4. La garanzia copre gli oneri per il mancato o inesatto adempimento e cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.
5. Ai sensi dell'art. 103, comma 5, del D.lgs. 50/2016 e s.m.i., la garanzia fideiussoria di cui al comma 1 è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 80% dell'iniziale importo garantito. Lo svincolo, nei termini e per le entità anzidetti, è automatico, senza necessità di benestare del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'Appaltatore, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione. L'ammontare residuo, pari al 20% dell'iniziale importo garantito, è svincolato secondo la normativa vigente. Allo svincolo si procede con le cautele prescritte dalle leggi in vigore e sotto le riserve previste dall'art. 1669 del codice civile.
6. In materia di costituzione della garanzia provvisoria e definitiva da presentare, rispettivamente, per la partecipazione alla procedura di gara e per la sottoscrizione del contratto, trovano applicazione le disposizioni di cui agli artt. 93 e 103 del D.lgs. n. 50/2016.
7. Nei casi di cui al comma 6 la Stazione appaltante ha facoltà di chiedere all'Appaltatore la reintegrazione della cauzione ove questa sia venuta meno in tutto o in parte.
8. In caso di variazioni ai lavori, in aumento o in diminuzione, di importo superiore al cosiddetto "quinto d'obbligo" e sempre che sia stato stipulato uno specifico atto aggiuntivo al contratto originario e sia quindi intervenuta l'accettazione da parte dell'Appaltatore, la medesima garanzia può essere aumentata o ridotta in misura proporzionale all'aumento o alla diminuzione dell'importo contrattuale; la stessa non è, invece, soggetta a modifiche qualora le variazioni siano contenute nel limite del quinto d'obbligo.

Art. 16 - RIDUZIONE DELLE GARANZIE

L'importo delle garanzie, di cui agli artt. 14 e 15 del presente Capitolato, può essere ridotto per gli operatori in possesso delle certificazioni di cui all'art.93, comma 7, del Codice dei contratti. La misura della riduzione dovrà rispettare le indicazioni del citato art.93, comma 7.

Art. 17 - GARANZIA DI BUON ADEMPIMENTO

L'appaltatore è obbligato, ai sensi dell'art. 104 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i., a stipulare una polizza di assicurazione che tenga indenne la Stazione appaltante per il danneggiamento o la distruzione – totale o parziale – di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel periodo di esecuzione dei lavori. Detta polizza deve inoltre prevedere la copertura assicurativa per i danni cagionati a terzi nell'intero periodo di durata dei lavori stessi, e dovrà essere stipulata sulla base delle condizioni di cui allo Schema 1.6 del Decreto 19 gennaio 2018, n.31.

TERMINI PER L'ESECUZIONE

Art. 18 - CONSEGNA E INIZIO LAVORI

- 1.L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 60 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
- 2.È facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza, alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto; in tal caso il Direttore dei lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.
- 3.In ogni caso, il Responsabile per il Procedimento accerta l'avvenuto adempimento degli obblighi di cui al comma 7, prima della redazione del verbale di consegna, e ne comunica l'esito al Direttore dei Lavori; la redazione del verbale di consegna è subordinata a tale positivo accertamento, in assenza del quale il verbale di consegna è inefficace e i lavori non possono essere iniziati.
- 4.Se nel giorno fissato e comunicato l'Appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, il Direttore dei lavori fissa una nuova data; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento dell'esecuzione dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.
- 5.Fermo restando quanto previsto in materia di informativa antimafia dagli articoli 88, comma 4-ter e 92, comma 4, del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159, la Stazione Appaltante può recedere dal contratto in qualunque tempo previo il pagamento dei lavori già eseguiti e il rimborso delle spese sostenute per l'esecuzione del rimanente, nei limiti delle utilità conseguite.
- 6.L'Appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali,

assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta. Egli trasmette altresì, a scadenza trimestrale e comunque ogni qualvolta le venisse richiesto dalla Stazione appaltante o dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione o dal Direttore dei Lavori, il DURC (Documento Unico di Regolarità Contributiva) sia relativo al proprio personale che a quello delle eventuali imprese subappaltatrici.

7. Ai sensi dell'articolo 90, comma 9, e dell'allegato XVII del Decreto n. 81 del 2008, l'Appaltatore deve trasmettere alla Stazione Appaltante, entro il termine prescritto da quest'ultima con apposita richiesta o, in assenza di questa, entro 30 giorni dall'aggiudicazione definitiva e comunque prima della stipulazione del contratto, o prima della redazione del verbale di consegna dei lavori se questi sono iniziati nelle more della stipula del contratto:

- a) una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili;
- b) una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti;
- c) il certificato della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, in corso di validità, oppure, in alternativa, ai fini dell'acquisizione d'ufficio, l'indicazione della propria esatta ragione sociale, numeri di codice fiscale e di partita IVA, numero REA;
- d) il DURC, in originale / i dati necessari all'acquisizione d'ufficio del DURC;
- e) il documento di valutazione dei rischi di cui al combinato disposto degli articoli 17, comma 1, lettera a), e 28, commi 1, 1-bis, 2 e 3, del Decreto n. 81 del 2008. Ai sensi dell'articolo 29, comma 5, secondo periodo, del Decreto n. 81 del 2008, se l'impresa occupa fino a 10 lavoratori, la valutazione dei rischi può essere autocertificata;
- f) una dichiarazione di non essere destinatario di provvedimenti di sospensione o di interdizione di cui all'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008;
- g) il nominativo e i recapiti del proprio Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione di cui all'art. 31 del D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.;
- h) il nominativo e i recapiti del proprio Medico competente di cui all'art. 38 del D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.;
- i) il Piano Operativo di Sicurezza o Piano Sostitutivo di Sicurezza.

8. Le disposizioni di consegna dei lavori in via d'urgenza su esposte, si applicano anche alle singole consegne frazionate, in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede di volta in volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati.

9. All'atto della consegna dei lavori il soggetto concedente dichiara di disporre di tutte le autorizzazioni, licenze, abilitazioni, nulla osta, permessi o altri atti di consenso comunque denominati previsti dalla normativa vigente, e che detti atti sono legittimi, efficaci e validi.

Art. 19 - TERMINI PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni 240 (duecentoquaranta) naturali e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.
2. L'Appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del programma esecutivo dei lavori. Nel caso in cui non l'avesse presentato prima dell'inizio dei lavori, si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma.

Art. 20 - SOSPENSIONI E PROROGHE

1. In materia di sospensioni e proroghe trovano applicazione le disposizioni di cui all'art. 107 del D.lgs. n. 50/2016.

L'Appaltatore non può mai attribuire, in tutto o in parte, le cause del ritardo di ultimazione dei lavori ad altre ditte o imprese, se lo stesso non abbia tempestivamente e per iscritto denunciato alla Stazione Appaltante il ritardo imputabile a dette ditte e imprese.
2. I verbali di sospensione, redatti con adeguata motivazione a cura della Direzione dei Lavori e controfirmati dall'Appaltatore, devono pervenire al Responsabile del procedimento entro il quinto giorno naturale successivo alla loro redazione e devono essere restituiti controfirmati dallo stesso o dal suo delegato.

Art. 21 - PENALI

1. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori. Per il maggior tempo impiegato dall'Appaltatore nell'esecuzione dell'appalto, oltre il termine contrattuale, è applicata, per ogni giorno naturale di ritardo nell'ultimazione dei lavori, una penale pecuniaria pari all'1 (uno) per mille dell'importo netto contrattuale. Nel caso in cui l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'Appaltatore rispetto alle previsioni del contratto, trovano applicazione le disposizioni di cui all'art. 108, comma 4, del D.lgs. n. 50/2016.
2. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dall'Amministrazione a causa dei ritardi.
3. Qualora l'Appaltatore abbia fondato motivo di ritenere che il ritardo sia dovuto a causa al medesimo non imputabile, può avanzare formale e motivata richiesta per la disapplicazione totale o parziale della penale; su tale istanza si pronuncerà l'Amministrazione su proposta del Responsabile del Procedimento, sentito il Direttore dei Lavori.

Art. 22 - PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI DELL'APPALTATORE E CRONOPROGRAMMA

1. L'Appaltatore predispone e consegna alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, un proprio programma esecutivo, anche indipendente dal cronoprogramma, elaborato in

relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma, oltre ad essere coerente coi tempi contrattuali, deve riportare, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione, nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento e deve essere approvato, prima dell'inizio dei lavori, dalla Direzione Lavori.

2. Nella redazione del programma esecutivo dei lavori l'Appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori in riferimento a scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione Appaltante escluse dall'appalto ovvero necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previo certificato di regolare esecuzione riferito alla sola parte funzionale delle opere, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o trarne oggetto di richiesta di speciali compensi.
3. Il programma esecutivo dei lavori dell'Appaltatore può essere modificato o integrato ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
 - a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
 - b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione Appaltante;
 - c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione Appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione Appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori, intendendosi ricondotta la fattispecie, in questi casi, alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
 - d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
 - e) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, o dal Direttore dei Lavori, in ottemperanza all'art. 92 del D.lgs. 09.04.2008, n. 81, e s.m.i.. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

Art. 23 - INDEROGABILITÀ DEI TERMINI DI ESECUZIONE

4. Non costituiscono giustificato motivo di slittamento del termine di inizio e di ultimazione dei lavori, nonché della loro irregolare conduzione secondo il programma esecutivo:
 - a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;

- b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal Direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione;
- c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'Appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;
- d) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'Appaltatore comunque previsti dal Capitolato Speciale di Appalto;
- e) le eventuali controversie tra l'Appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
- f) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'Appaltatore e il proprio personale dipendente.

Art. 24 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO PER MANCATO RISPETTO DEI TERMINI

1. L'eventuale ritardo dell'Appaltatore rispetto ai termini per l'ultimazione dei lavori superiore a 30 (trenta) giorni naturali consecutivi produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione Appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'art. 108 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i..
2. La risoluzione del contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'Appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori.
3. Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'art. 21, comma 1, del presente capitolato speciale è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'Appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal Direttore dei lavori per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 2.
4. Sono a carico dell'Appaltatore i danni subiti dalla Stazione appaltante a seguito della risoluzione del contratto.

DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 25 - ANTICIPAZIONE

In materia di anticipazione trovano applicazione le disposizioni di cui all'art. 35, comma 18, del D.lgs. n. 50/2016 e s.m.i..

Art. 26 - PAGAMENTI IN ACCONTO

1. I pagamenti avvengono per stati di avanzamento, mediante emissione di certificato di pagamento ogni volta che i lavori eseguiti, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, al netto delle trattenute e delle ritenute operate a qualsiasi titolo, nonché della ritenuta di cui al comma 2, raggiungano un importo non inferiore al 30% dell'importo complessivo dei lavori.

2. A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 (zero virgola cinquanta) per cento da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale dopo l'approvazione del collaudo provvisorio.
3. Entro i 45 (quarantacinque) giorni successivi all'emissione dello stato di avanzamento dei lavori, il Responsabile del Procedimento emette il conseguente certificato di pagamento, subordinatamente all'acquisizione del documento unico sulla regolarità contributiva dell'Appaltatore e delle imprese subappaltatrici.
4. La Stazione Appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 (trenta) giorni, mediante emissione dell'apposito mandato.
5. Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 90 (novanta) giorni, per cause non dipendenti dall'Appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dalla scadenza di cui al comma 1.
6. Qualora la spesa per la realizzazione dell'opera sia finanziata con mutuo della C.D.P. Spa. ai pagamenti si applicheranno le disposizioni dell'art. 13 del D.L. 55/1983, convertito con modificazioni nella Legge 131/1983, ove è previsto che il calcolo del tempo contrattuale per la decorrenza degli interessi per ritardato pagamento non tiene conto dei giorni intercorrenti tra la spedizione della domanda di somministrazione e la ricezione del relativo mandato di pagamento presso la competente sezione di Tesoreria Provinciale.
7. Non verranno contabilizzate categorie di lavoro per le quali non siano state fornite, prima della messa in opera, tutte le certificazioni dei materiali secondo normativa vigente (marcatura CE, dichiarazioni di conformità, etc.).
8. Qualora la ditta affidataria non trasmetta le fatture quietanzate del subappaltatore o del cottimista entro il termine di cui al successivo articolo 44, la Stazione Appaltante sospende il pagamento alla ditta affidataria dello stato di avanzamento successivo.

Art. 27 - PAGAMENTI A SALDO

1. Redatto il verbale di ultimazione dei lavori è accertata e predisposta la liquidazione dell'ultima rata d'acconto qualunque ne sia il relativo importo.
2. Il conto finale dei lavori è redatto entro 90 (novanta) giorni naturali e consecutivi dalla data del certificato di ultimazione; è sottoscritto dal Direttore di lavori e trasmesso al Responsabile del Procedimento. Col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è soggetta alle verifiche di collaudo ai sensi del comma 3.
3. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'Appaltatore, su invito del Responsabile del procedimento, entro il termine perentorio di 30 (trenta) giorni; se l'Appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. Il Responsabile del Procedimento redige in ogni caso una sua relazione al conto finale.

4. Il termine di pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria ai sensi dell'art. 103, comma 6, del D.lgs. n. 50/2016, deve essere effettuato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio ovvero del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666 comma 2 del Codice Civile.
5. Salvo quanto disposto dall'art. 1669 del codice civile, l'Appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal Soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

Art. 28 - RITARDO NELLA CONTABILIZZAZIONE E/O NEL PAGAMENTO DELLE RATE DI ACCONTO

1. Non sono dovuti interessi per i primi 45 (quarantacinque) giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni e delle circostanze per l'emissione del certificato di pagamento ai sensi dell'art. 26 del presente capitolato speciale e la sua effettiva emissione e messa a disposizione della Stazione appaltante per la liquidazione; trascorso tale termine senza che sia emesso il certificato di pagamento, sono dovuti all'Appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'Appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, di concerto con il Ministro dell'economia e delle finanze.
2. Non sono dovuti interessi per i primi 30 (trenta) giorni intercorrenti tra l'emissione del certificato di pagamento e il suo effettivo pagamento; trascorso tale termine senza che la Stazione Appaltante abbia provveduto al pagamento, sono dovuti all'Appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'Appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto del Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro del tesoro, del bilancio e della programmazione economica. In caso di finanziamento con mutuo della Cassa Depositi e Prestiti Spa troveranno applicazione le disposizioni contenute all'art. 13, ultimo comma, del D.L. 55/1983, convertito con Legge 131/1983, ove è previsto che il calcolo del tempo contrattuale per la decorrenza degli interessi di ritardato pagamento non tiene conto dei giorni intercorrenti tra la spedizione della domanda di somministrazione e la ricezione del relativo mandato di pagamento presso la competente sezione di Tesoreria Provinciale.

Art. 29 - RITARDO NELLA CONTABILIZZAZIONE E/O NEL PAGAMENTO DELLA RATA DI SALDO

Non sono dovuti interessi per i primi 90 (novanta) giorni intercorsi tra l'emissione del certificato di collaudo provvisorio o la presentazione della garanzia fideiussoria se posteriore e l'effettivo pagamento della rata di saldo; trascorso tale termine senza che la Stazione appaltante abbia provveduto al pagamento, sono dovuti all'Appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo. Trascorso infruttuosamente anche quest'ultimo termine spettano all'Appaltatore gli interessi di mora sino al pagamento. In caso di finanziamento con mutuo della Cassa Depositi e Prestiti Spa, trovano applicazione le disposizioni esposte al precedente articolo 28, comma 2.

Art. 30 - REVISIONE PREZZI

Nell'ambito del presente contratto ai sensi e per gli effetti dell'art. 29 del Decreto Legge 27 gennaio 2022, n. 4 c.d. "Sostegni ter" è prevista la revisione dei prezzi di cui all'art. 106, Comma 1, lettera a) del D.lgs. 50/2016.

Art. 31 - CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI

1. È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.
2. È ammessa la cessione dei crediti, ai sensi del combinato disposto dell'art. 106 del D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, in originale o in copia autenticata, sia trasmesso alla Stazione appaltante prima o contestualmente al certificato di pagamento sottoscritto dal Responsabile del Procedimento.

Art. 32 - RIMUNERATIVITÀ DEI PREZZI

1. I prezzi unitari in base ai quali, dopo deduzione del pattuito ribasso d'asta, saranno pagati i lavori, appaltati a corpo, e le somministrazioni sono indicati nell'elenco dei prezzi unitari allegato al contratto.
2. I prezzi unitari si intendono comprensivi delle spese indicate nell'art. 5 del D.M. 19 aprile 2000 n. 145, degli oneri, obblighi e spese indicati nel presente Capitolato, delle forniture dei materiali, dell'intera mano d'opera, di trasporti, lavorazioni, noli, consumi ed ogni altro onere principale od accessorio, nessuno escluso; comprensivi inoltre delle spese generali, dell'utile dell'impresa e dei costi per la sicurezza e in definitiva di quant'altro occorrente per dare l'opera compiuta e finita a regola d'arte, in conformità alle obbligazioni contrattuali.
3. I prezzi medesimi, per lavori a corpo, diminuiti del ribasso offerto, si intendono accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza, a suo completo rischio. Essi sono fissi ed invariabili.

CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

Art. 33 - LAVORI A CORPO

1. La valutazione dei lavori è a corpo; essa è effettuata secondo le specifiche date nell'enunciazione e nella descrizione dei lavori, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per i lavori a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.
2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale di appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun

compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

3. La contabilizzazione dei lavori a corpo verrà effettuata applicando all'importo netto delle singole categorie di lavoro la percentuale di lavoro eseguito.

Art. 34 - ONERI PER LA SICUREZZA

1. Gli oneri per la sicurezza di cui all'art. 2, comma 1, del presente capitolato speciale, sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara.
2. Gli oneri per la sicurezza saranno contabilizzati in ogni stato di avanzamento dei lavori in proporzione all'importo dei lavori eseguiti, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 35 - DIREZIONE DEI LAVORI

1. Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione, la Stazione Appaltante istituisce un ufficio di direzione dei lavori costituito da un Direttore dei lavori e da uno o più assistenti con funzioni di direttore operativo o di ispettore di cantiere.
2. Il Direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori ed interloquisce, in via esclusiva, con l'Appaltatore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto.
3. Le opere e prestazioni, che non fossero esattamente determinate dal progetto e le eventuali varianti rispetto al progetto stesso, dovranno essere eseguite secondo gli ordini dati di volta in volta dalla Direzione Lavori. Qualora risultasse che le opere e le finiture non siano state eseguite a termine di contratto e secondo le regole d'arte, la Direzione Lavori ordinerà all'Appaltatore i provvedimenti atti e necessari per eliminare le irregolarità, salvo e riservato il riconoscimento alla Stazione Appaltante dei danni eventuali. L'Appaltatore non potrà rifiutarsi di dare immediata esecuzione alle disposizioni e agli ordini della Direzione Lavori, sia che riguardino il modo di esecuzione dei lavori stessi, sia che riguardino il rifiuto e la sostituzione dei materiali.
4. L'ordine di servizio deve necessariamente essere per iscritto in modo tale da poter essere poi disponibile, in caso di necessità, come prova delle disposizioni emanate.

Art. 36 - PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI DEMOLIZIONE O RISULTA

I materiali provenienti dalle demolizioni o di risulta, di proprietà dell'Amministrazione, saranno trasportati e regolarmente accatastati dall'Appaltatore nei luoghi che gli saranno indicati dal

Direttore dei lavori. I materiali di risulta verranno portati in pubbliche discariche autorizzate e gli oneri di discarica sono a carico dell'impresa appaltatrice.

Art. 37 - VARIAZIONE DEI LAVORI

1. La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio dovessero risultare necessarie o opportune, senza che perciò l'impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dagli articoli del codice dei contratti pubblici.
2. Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della direzione lavori.
3. Qualunque reclamo o riserva che l'Appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla Direzione Lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.
4. Ai sensi degli articoli del Codice dei contratti pubblici sono ammesse, nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempreché non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze, derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5 (cinque) per cento dell'importo di contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.
5. Non sono considerati varianti, gli interventi disposti dal Direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10% per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro e al 5% per tutti gli altri lavori delle categorie di lavoro dell'appalto e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Art. 38 - VARIANTI PER ERRORI OD OMISSIONI PROGETTUALI

1. Ai fini del presente articolo si considerano errore od omissione di progettazione, l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, la violazione delle norme di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.
2. Per tutto quanto non espressamente dettagliato in merito alle varianti col presente ed il precedente articolo, si rimanda alla normativa vigente in materia.

Art. 39 - PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI

Le modifiche, nonché le varianti, dei contratti di appalto in corso di validità, devono essere autorizzate dal Responsabile per il Procedimento con le modalità previste dall'ordinamento della Stazione Appaltante da cui il Responsabile dipende. I contratti di appalto nei settori ordinari e nei settori speciali possono essere modificati senza una nuova procedura di affidamento nei casi descritti secondo l'art. 106 del D.lgs. 50/2016.

DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 40 - NORME DI SICUREZZA GENERALI

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene. L'Appaltatore è, altresì, obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente regolamento locale di igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
2. L'Appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani di sicurezza e, in particolare, i piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
3. L'Appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

Art. 41 - SICUREZZA SUL LUOGO DI LAVORO

1. L'Appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del D.lgs. 09 aprile 2008, n. 81, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.
2. L'Appaltatore è obbligato a fornire alla Stazione Appaltante, entro 30 (trenta) giorni dall'aggiudicazione e quindi periodicamente, a richiesta della Stazione Appaltante o del Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione o del Direttore dei Lavori, la dichiarazione effettuata ai sensi dell'art. 90, comma 9 lettere a) e b) del D.lgs. 81/2008 e s.m.i. di iscrizione alla Camera di commercio, industria e artigianato, dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti, del rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali previsti dalla legge e dai contratti in vigore, dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL).
3. L'Appaltatore e, per suo tramite, i subappaltatori devono trasmettere alla Stazione Appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici; l'Appaltatore e, per suo tramite, i subappaltatori, trasmettono altresì, al fine del pagamento degli stati di avanzamento dei lavori o dello stato finale dei lavori e comunque ogni qualvolta venisse

richiesto dalla Stazione appaltante o dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione o dal Direttore dei Lavori, il DURC (Documento Unico di Regolarità Contributiva).

4. L'Appaltatore è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'affidatario. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Art. 42 - PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA

1. L'Appaltatore, prima della consegna dei lavori, dovrà presentare al Coordinatore per l'esecuzione (ai sensi dell'art. 100 del D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.), o al Direttore dei Lavori in possesso dei requisiti di legge, il Piano Operativo di Sicurezza in riferimento al singolo cantiere interessato.
2. L'Appaltatore, nel caso in cui i lavori in oggetto non rientrino nell'ambito di applicazione del Titolo IV "Cantieri temporanei o mobili" del D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., è tenuto comunque a presentare un Piano di Sicurezza Sostitutivo del Piano di Sicurezza e Coordinamento conforme ai contenuti dell'Allegato XV del citato decreto.
3. In caso di subappalto ogni impresa dovrà presentare, per mezzo dell'affidatario, un proprio Piano Operativo di Sicurezza che sia conforme al POS o PSS redatto dall'affidatario, o al Piano di Sicurezza e Coordinamento, se del caso.
4. Il Piano di Sicurezza dovrà essere rispettato in modo rigoroso. È compito e onere dell'Appaltatore ottemperare a tutte le disposizioni normative vigenti in campo di sicurezza ed igiene del lavoro che gli concernono e che riguardano le proprie maestranze, mezzi d'opera ed eventuali lavoratori autonomi cui esse ritenga di affidare, anche in parte, i lavori o prestazioni specialistiche in essi compresi.

Art. 43 - OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA

1. L'Appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del D. Lgs. 09 aprile 2008 n. 81, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli artt. 95 e 96 e all'allegato XIII dello stesso Decreto legislativo.
2. Il piano sostitutivo di sicurezza o il piano operativo di sicurezza e il piano di sicurezza e coordinamento, se del caso, formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, comunque accertate, previa formale costituzione in mora degli interessati, costituiscono causa di sospensione dei lavori, di allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere, o la risoluzione del contratto.

DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 44 - SUBAPPALTO

1. L'affidamento in subappalto è disciplinato dall'articolo 105 del D.lgs. n. 50/2016.
2. Fatta eccezione per quanto previsto al comma 13 del citato art. 105, la stazione appaltante non provvede al pagamento diretto dei lavori eseguiti dai subappaltatori o dai cottimisti e i pagamenti relativi ai lavori svolti dal subappaltatore o cottimista verranno effettuati dall'Appaltatore, il quale è obbligato a trasmettere, entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a suo favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti a sua volta corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate. Nel caso di mancata trasmissione delle fatture quietanzate, la stazione appaltante sospende il successivo pagamento a favore dell'Appaltatore.
3. Si intendono recepite le disposizioni di cui agli articoli 105 e 30, commi 5 e 6, del D.lgs. n. 50/2016, nonché le prescrizioni in materia di tracciabilità dei pagamenti di cui alla legge n. 136/2010.

CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 45 - ACCORDO BONARIO, RISERVE, CONTROVERSIE, FORO COMPETENTE

1. La fattispecie dell'accordo bonario è disciplinata dall'art. 205 del D. lgs. n. 50/2016.
2. Se sono iscritte riserve sui documenti contabili per un importo non inferiore a quanto indicato al comma 3, il Responsabile del Procedimento acquisisce immediatamente la relazione riservata del Direttore dei Lavori e, valutata l'ammissibilità e la non manifesta infondatezza delle riserve, formula all'Appaltatore e alla Stazione Appaltante, entro novanta giorni dalla apposizione dell'ultima delle riserve, proposta motivata di accordo bonario, sulla quale le parti si devono pronunciare entro trenta giorni.
3. La procedura di cui al comma 2 è esperibile a condizione che il Responsabile del Procedimento, ad un esame sommario delle riserve, riconosca:
 - a. che queste siano pertinenti e non imputabili a modifiche progettuali per le quali sia necessaria una variante in corso d'opera;
 - b. che il loro importo non sia inferiore al 10%.
4. La procedura può essere reiterata una sola volta. La medesima procedura si applica, a prescindere dall'importo, per le riserve non risolte al momento dell'emissione del certificato di regolare esecuzione.
5. È ammessa la transazione tra le parti ai sensi dell'articolo 208 del D.lgs. 50/2016.
6. L'Appaltatore terrà sollevata ed indenne l'Amministrazione Appaltante da ogni controversia (comprese quelle relative a risarcimento danni) e conseguenti eventuali oneri che possano derivare da contestazioni, richieste, ecc., da parte di terzi, in ordine alla esecuzione dei lavori.
7. Tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto sono devolute all'autorità giudiziaria competente del Foro di Campobasso con esclusione della competenza arbitrale.

8. Ove non si proceda all'accordo bonario e l'Appaltatore confermi le riserve, la definizione di tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta all'autorità giudiziaria ed è esclusa la competenza arbitrale. La decisione sulla controversia dispone anche in ordine all'entità delle spese di giudizio e alla loro imputazione alle parti, in relazione agli importi accertati, al numero e alla complessità delle questioni.

Art. 46 - TERMINI PER IL PAGAMENTO DELLE SOMME CONTESTATE

Il pagamento delle somme eventualmente riconosciute dall'Amministrazione committente deve avvenire entro 60 (sessanta) giorni decorrenti dalla accettazione da parte dell'Appaltatore dell'importo offerto. In caso di ritardato pagamento decorrono gli interessi al tasso legale.

Art. 47 - TUTELA DEI LAVORATORI

1. L'Appaltatore deve osservare le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori.
2. L'Appaltatore è obbligato a rispettare tutte le norme in materia retributiva, contributiva, previdenziale, assistenziale, assicurativa, sanitaria, di solidarietà paritetica, previste per i dipendenti dalla vigente normativa, nonché da quella entrata in vigore nel corso dei lavori.
3. L'Appaltatore e gli eventuali subappaltatori devono munire il personale occupato di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. I lavoratori sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nel cantiere, i quali sono tenuti a provvedervi per proprio conto.

DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 48 - ULTIMAZIONE DEI LAVORI

1. L'ultimazione dei lavori, appena intervenuta, deve essere comunicata, per iscritto, dall'Appaltatore al Direttore dei lavori, che procede subito ai necessari accertamenti, in contraddittorio con l'Appaltatore, e redige il certificato attestante l'avvenuta ultimazione in doppio esemplare.
2. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal Direttore dei lavori.
3. Il certificato di ultimazione può prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a 60 (sessanta) giorni, per consentire all'impresa il completamento di tutte le lavorazioni di piccola entità, non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori, per come accertate dal Direttore dei lavori. Qualora si ecceda tale termine senza che l'Appaltatore abbia completato le opere accessorie, il certificato di ultimazione diviene inefficace ed occorre redigerne uno nuovo che accerti l'avvenuto completamento.

4. L'Appaltatore, nel caso di lavori non ultimati nel tempo prefissato e qualunque sia il maggior tempo impiegato, non ha facoltà di chiedere lo scioglimento del contratto e non ha diritto ad indennizzo alcuno qualora la causa del ritardo non sia imputabile alla Stazione Appaltante.
5. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione. L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire gli impianti eseguiti per un periodo di 24 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo. Si intende per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo che incombe alla Ditta appaltatrice di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica, tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero manifestare negli impianti per effetto della insufficiente qualità dei materiali utilizzati o per difetto di montaggio.

Art. 49 - PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI

1. La Stazione Appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere.
2. Qualora la Stazione Appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'Appaltatore per iscritto, lo stesso Appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.
3. La presa in consegna anticipata non incide sul giudizio definitivo sul lavoro e su tutte le questioni che possano sorgere al riguardo, e sulle eventuali e conseguenti responsabilità dell'Appaltatore.
4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del Direttore dei lavori o per mezzo del Responsabile del procedimento, in presenza dell'Appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.
5. Qualora la Stazione Appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'Appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino al collaudo provvisorio.

Art. 50 - TERMINI PER LA VERIFICA DI REGOLARE ESECUZIONE

1. Il certificato di regolare esecuzione che attesta la verifica di funzionalità, emesso dal direttore dei lavori entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori, deve essere confermato dal responsabile del procedimento. Tale certificato assume carattere definitivo decorsi due anni dalla sua emissione. Decorso tale termine, si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.
2. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'Appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla stazione appaltante prima che il certificato di cui al comma 1 assuma carattere definitivo.
3. L'Appaltatore deve provvedere alla custodia, alla buona conservazione e alla gratuita manutenzione di tutte le opere e impianti oggetto dell'appalto fino all'approvazione, esplicita o tacita, del certificato di collaudo; resta nella facoltà della stazione appaltante richiedere la consegna anticipata di parte o di tutte le opere ultimate.

4. L'Appaltatore, a propria cura e spesa, metterà a disposizione dell'organo di collaudo gli operai e i mezzi necessari ad eseguire le operazioni di riscontro, gli esperimenti, compreso quanto necessario alla verifica di funzionalità dei refrigeratori e dei termoregolatori installati a servizio degli impianti di climatizzazione. Rimarrà a cura e carico dell'esecutore quanto occorre per ristabilire le parti del lavoro che eventualmente siano state alterate nell'eseguire tali verifiche. Nel caso in cui l'esecutore non ottemperi a tali obblighi, l'organo di collaudo potrà disporre che sia provveduto d'ufficio, in danno all'esecutore inadempiente, deducendo la spesa dal residuo credito dell'Appaltatore.

VERIFICHE E PROVE, COLLAUDI, DOCUMENTAZIONE

Art. 51 - VERIFICHE E PROVE

Durante l'esecuzione dei lavori la Direzione dei Lavori eseguirà sopralluoghi per controllare che le opere vengano svolte in conformità alle norme ed alle speciali prescrizioni di contratto e di progetto. A lavori ultimati saranno accertate le caratteristiche dei materiali impiegati e l'esecuzione dei lavori stessi come prescritto dalle norme CEI o UNI o qualsiasi norma pertinente in materia.

Art. 52 - COLLAUDI

I refrigeratori installati assieme ai nuovi sistemi di termoregolazione presso gli impianti di climatizzazione a servizio degli edifici I°, II° e III° Polifunzionale in Campobasso, dovranno essere collaudati secondo la specifica normativa vigente, richiamata in maniera anche non esaustiva nella parte tecnica di capitolato speciale di appalto, o qualora non presente, da consolidata letteratura scientifica. Di ogni collaudo dovrà essere emesso apposito certificato. Tutti gli oneri (manodopera, materiali, attrezzature, ecc.) correlati alle operazioni di collaudo saranno a carico dell'Appaltatore.

Art. 53 – DOCUMENTAZIONE

Entro 10 (dieci) giorni lavorativi dall'ultimazione delle singole lavorazioni l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori tutti quei documenti necessari per la certificazione delle caratteristiche dei materiali impiegati, certificati di prova, di omologazione, di conformità, di corretta posa in opera, ecc., secondo la specifica normativa vigente, richiamata in maniera anche non esaustiva nella parte tecnica di capitolato speciale di appalto, e, se del caso, la modulistica propria degli Enti preposti al rilascio di autorizzazioni, concessioni, licenze, nulla osta e pareri.

NORME FINALI

Art. 54 - ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE - RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE

1. Oltre gli oneri di cui al D.lgs. 50/2016 e s.m.i., al presente capitolato speciale nonché a tutti gli oneri derivanti dai piani di sicurezza, dai provvedimenti che il coordinatore della sicurezza in esecuzione o il direttore dei lavori riterranno opportuno emettere sulla base del piano di

sicurezza o a fronte di specifiche richieste avanzate dall'Appaltatore in sede esecutiva o nel contesto del piano di sicurezza dalla stessa predisposto e comunque, per quanto non specificato, di quanto disposto dal D. Lgs. 81/08 e s.m.i. ed ogni altra normativa vigente in materia, si intendono comprese nel prezzo dei lavori e perciò sono a carico dell'Appaltatore gli oneri ed obblighi dei seguenti comma.

2. Le spese relative alla stipulazione del contratto, inclusi i diritti di segreteria, quelle per le copie dei documenti e dei disegni, le spese di bollo se dovute, le tasse di registro su contratto e atti aggiuntivi.
3. Prima di eseguire i lavori l'Appaltatore ha l'obbligo di fare tutte le ispezioni necessarie per definire esattamente il tipo di intervento da fare, i materiali da usare, tenendo conto delle direttive di standardizzazione, delle tecnologie da utilizzare, della situazione dei luoghi che imponga operazione preliminari di cantiere, compreso eventuali sezionamenti di energia, della necessità di coordinamento con terzi che siano interessati ai lavori e che debbano coordinare la loro attività con quella dell'Appaltatore e quant'altro serva per iniziare i lavori in sicurezza, compreso l'accertamento di situazioni particolarmente pericolose.
4. La fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti, per quanto di competenza, dal Direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al Direttore dei lavori tempestive disposizioni per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'Appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'art. 1659 del codice civile.
5. L'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni, con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'Appaltatore, restandone sollevati la Stazione Appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori
6. L'osservanza di quanto prescritto dall'art. 95 del D. Lgs. 81/08 e s.m.i. in riferimento alle misure generali di tutela durante l'esecuzione dell'opera, in particolare:
 - a. il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità;
 - b. la scelta dell'ubicazione di posti di lavoro tenendo conto delle condizioni di accesso a tali posti, definendo vie o zone di spostamento o di circolazione;
 - c. le condizioni di movimentazione dei vari materiali;
 - d. la manutenzione, il controllo prima dell'entrata in servizio e il controllo periodico degli impianti e dei dispositivi di protezione collettiva al fine di eliminare i difetti che possano pregiudicare la sicurezza e la salute dei lavoratori o di terzi;
 - e. la delimitazione e l'allestimento delle zone di stoccaggio e di deposito dei vari materiali, in particolare quando si tratta di materie e di sostanze pericolose;

- f. l'adeguamento, in funzione dell'evoluzione del cantiere, della durata effettiva da attribuire ai vari tipi di lavoro o fasi di lavoro;
 - g. la cooperazione tra datori di lavoro e lavoratori autonomi;
 - h. le interazioni con le attività che avvengono sul luogo, all'interno o in prossimità del cantiere.
7. L'osservanza di quanto prescritto dall'art. 96 del D.lgs. 81/08 e s.m.i. ed alle prescrizioni di cui all'allegato XIII in riferimento all'allestimento ed alle caratteristiche dei servizi igienico-assistenziali a disposizione dei lavoratori nel cantiere (spogliatoi, docce, wc e lavabi, riposo e refezione ecc.) ed a quelle dei posti di lavoro nel cantiere (areazione, illuminazione, vie di circolazione, uscite di emergenza ecc.);
 8. L'osservanza di quanto prescritto dall'allegato XVIII del D.lgs. 81/08 e s.m.i. in riferimento alla viabilità nel cantiere, ai ponteggi ed al trasporto dei materiali.
 9. L'osservanza di quanto prescritto dall'allegato XXVIII del D.lgs. 81/08 e s.m.i. in riferimento alla segnalazione di ostacoli e di punti di pericolo e per la segnalazione delle vie di circolazione.
 10. La fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso e di quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza.
 11. Se dovuto, il rilascio, ai sensi dell'art. 10 del D.M. 37/2008 e s.m.i., della dichiarazione di conformità degli impianti elettrici ed elettronici da parte della ditta installatrice; la denuncia degli impianti tramite invio della dichiarazione di conformità dell'impianto agli organi competenti.
 12. La cassetta di pronto soccorso e l'estintore dovranno essere sempre presenti nel sito ove si svolgono le lavorazioni; in particolare, in caso di adozione di carrelli elevatori mobili dovrà essere presente almeno un estintore sul cestello, così come sui piani di lavoro in quota (trabattelli).
 13. L'approntamento delle opere provvisorie necessarie all'esecuzione dei lavori ed allo svolgimento degli stessi in condizioni di massima sicurezza, la pulizia e la manutenzione del cantiere.
 14. L'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto.
 15. Le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato.
 16. Le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua ed energia elettrica, gas, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori.
 17. L'esecuzione di un'opera campione ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale di appalto o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili.

18. La denuncia agli enti competenti, a propria cura e spese, di eventuali varianti ed integrazioni ai lavori, compresi gli oneri per la progettazione delle varianti chieste direttamente dall'appaltatore.
19. La verifica e l'accettazione scritta dei calcoli, dei disegni di insieme e di dettaglio del progetto. Eventuali osservazioni dovranno essere sempre formulate per iscritto e supportate dai relativi calcoli e disegni.
20. L'esecuzione, presso gli istituti autorizzati, di tutte le prove ed analisi che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e la componentistica impiegati o da impiegarsi nella realizzazione.
21. L'esecuzione di ogni prova che sia ordinata dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, con l'onere della fornitura del materiale idoneo e del personale necessario.
22. La fornitura di tutti i mezzi ed il personale necessario alle operazioni di consegna e per le operazioni di collaudo dei lavori.
23. La custodia e la conservazione delle opere fino al collaudo provvisorio o certificato di regolare esecuzione.
24. La riparazione di eventuali danni che, in dipendenza delle modalità di esecuzione dei lavori, possano essere arrecati a persone o a proprietà pubbliche e private sollevando da qualsiasi responsabilità sia l'Amministrazione appaltante che la direzione dei lavori o il personale di sorveglianza e di assistenza.
25. L'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e decreti relativi alle assicurazioni varie degli operai contro gli infortuni sul lavoro, la disoccupazione involontaria, la invalidità e vecchiaia, la tubercolosi, e delle altre disposizioni in vigore o che potranno intervenire in corso di appalto (incluse tutte le disposizioni vigenti all'atto dell'esecuzione dei lavori per la riduzione del contagio dal virus Covid-19)
26. La comunicazione all'ufficio, da cui i lavori dipendono, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera.
27. Provvedere prima dell'inizio dei lavori, a prendere gli opportuni accordi con le aziende distributrici per la definizione dei percorsi di cavi o condotte, sia aeree che interrate, che possano interferire con l'approntamento del cantiere e la realizzazione delle opere. Il maggior onere al quale l'Appaltatore dovrà sottostare, per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni, si intende compreso e compensato nei diversi prezzi unitari. L'Appaltatore dovrà presentare richiesta di permesso all'esecuzione dei lavori a tutti i soggetti diversi e alla Stazione appaltante interessati direttamente o indirettamente ai lavori stessi e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti al lavoro pubblico in quanto tale. Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi od alle condotte, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma o PEC sia agli enti proprietari delle opere danneggiate nonché alla D.L.. Nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unico responsabile rimane l'Appaltatore, rimanendo del tutto estranea l'Amministrazione da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

28. La pulizia quotidiana, col personale necessario, di tutte le aree di cantiere, delle vie di transito del cantiere e dei locali destinati alle maestranze ed alla direzione dei lavori, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto anche lasciati da altre ditte, fino alle discariche autorizzate. I materiali non potranno essere lasciati fuori dall'area recintata di cantiere anche per brevissimo tempo.
29. Il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette a qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione appaltante, nonché, a richiesta della direzione dei lavori, l'uso parziale o totale, da parte di dette imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente alla esecuzione dei lavori che la Stazione Appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte, dalle quali, come dall'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta.
30. Provvedere, a sua cura e spese e sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico e al trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori, nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre ditte per conto della Stazione Appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'Appaltatore.
31. Le spese per trasporto di qualsiasi materiale o mezzo d'opera.
32. Le spese per attrezzi e opere provvisorie e per quanto altro occorre alla esecuzione piena e perfetta dei lavori.
33. L'applicazione di segnalazioni regolamentari, mediante appositi cartelli, e comunque adottando gli accorgimenti necessari a garantire la sicurezza e la fluidità del traffico veicolare e pedonale nelle aree prospicienti al cantiere.
34. Ogni materiale e componente elettrico o elettronico utilizzato nell'esecuzione dei lavori d'appalto deve essere corredato di documentazione tecnica della ditta produttrice e deve conseguire la preventiva approvazione della Direzione Lavori. L'Appaltatore è obbligato ad eseguire un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal progetto o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili.
35. Il conseguimento di tutte le licenze necessarie per l'esecuzione delle opere appaltate compreso il pagamento delle tasse e l'acconto di altri oneri per concessioni comunali, nonché il pagamento di ogni tassa presente e futura inerente ai materiali e mezzi d'opera da impiegarsi, ovvero alle stesse opere finite.
36. Le pratiche presso le amministrazioni dei pubblici servizi per le opere di presidio occorrenti, gli avvisi a dette amministrazioni di qualunque guasto avvenuto alle rispettive pertinenze, nonché gli oneri e le spese conseguenti alle riparazioni.

37. L'Impresa non potrà sollevare eccezione alcuna in caso di ritardi nel rilascio delle concessioni necessarie, salvo il diritto ad una congrua proroga del termine fissato per l'ultimazione dei lavori.
38. Il mantenimento ed il sostegno di condutture e dei cavi di servizi sia pubblici che privati e gli oneri per la loro corretta individuazione, compreso i sondaggi e quanto precedentemente descritto.
39. Rimane altresì a carico dell'Appaltatore:
- a) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso e di quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza;
 - b) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della Direzione Lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'Appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della norma vigente.
40. L'Appaltatore dovrà nominare il Direttore Tecnico di cantiere e l'Assistente del Direttore di cantiere:
- a) Il Direttore di Cantiere deve essere investito dei poteri amministrativi e gestionali da parte dell'Appaltatore e deve essere presente in cantiere in tutti i momenti significativi delle lavorazioni in esecuzione e quando richiesto dalla Direzione dei lavori;
 - b) l'Assistente del Direttore di cantiere deve essere costantemente presente sul cantiere durante tutto lo svolgersi dei lavori. Eventuali sue assenze dovranno essere concordate con il Direttore dei lavori e per lo stesso periodo dovrà essere nominato un sostituto.
41. L'Appaltatore, in riferimento alla gestione della sicurezza del cantiere, dovrà nominare:
- a) Il preposto di cantiere secondo quanto definito e prescritto negli artt. 2 e 19 del D.lgs. 81/08 e s.m.i.
 - b) I lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave e immediato, di salvataggio, di primo soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza, i soggetti sopra riportati dovranno essere sempre presenti in cantiere.
- L'appaltatore è tenuto altresì a curare la relativa informazione, formazione ed addestramento ed ogni altro obbligo previsto dall'art. 18 del D.lgs. 81/08 e s.m.i..
42. La dotazione in capo al personale occupato di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro; i lavoratori sono tenuti a esporre detta tessera di riconoscimento; tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano la propria attività nei cantieri, i quali sono tenuti a provvedervi per proprio conto.

43. L'Appaltatore è tenuto a comunicare tempestivamente alla Stazione Appaltante ogni modificazione intervenuta negli assetti proprietari e nella struttura dell'impresa e negli organismi tecnici e amministrativi.
44. Per le società di capitali di cui all'art.1 del D.P.C.M. n. 187 dell'11 maggio 1991, è fatto obbligo di comunicare nel corso del contratto se siano intervenute variazioni nella composizione societaria di entità superiore al 2% rispetto a quanto comunicato ai sensi dello stesso articolo del D.P.C.M. n. 187/91.
45. Se dovuti per legge, l'elaborazione e stesura dei disegni costruttivi di cantiere relativi alle diverse categorie di opere da eseguire, in scala adeguata, da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori prima dell'inizio delle rispettive lavorazioni.
46. In caso di mancata consegna di tali disegni costruttivi di cantiere, la responsabilità dell'esecuzione dei relativi lavori sarà a totale carico dell'Appaltatore, e conseguentemente i lavori non verranno contabilizzati fino alla formale approvazione dei disegni costruttivi.
47. In particolare i lavori non potranno considerarsi ultimati finché l'Appaltatore non abbia dimostrato di aver ottemperato a tutti gli obblighi previsti dalle leggi vigenti, ivi compresa la presentazione della eventuale prescritta documentazione agli Enti competenti per l'ottenimento dei collaudi necessari.
48. Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati, nonché per lo smaltimento dei materiali di risulta o demolizione, è da ritenersi conglobato nell'importo dei lavori di cui all'art. 2 del presente capitolato speciale.

Art. 55 - OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. Se del caso, è a carico dell'Appaltatore la compilazione e consegna, dei disegni costruttivi di cantiere sviluppati a partire dal progetto esecutivo e le loro eventuali modifiche secondo le esigenze prospettate dalla Direzione Lavori e in base ai materiali proposti dall'Appaltatore e/o richiesti dalla D.L.; tali disegni (che non faranno parte dei documenti contrattuali) dovranno essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori. La loro mancata compilazione e consegna alla D.L. nei termini stabiliti dalla stessa D.L., comporterà la sospensione della contabilizzazione dei lavori relativi eseguiti finché non verrà completata la consegna dei documenti.
2. Tutte le forniture e i materiali, prima del loro impiego, devono ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.
3. Per ogni parte di impianto completata l'Appaltatore dovrà procedere a sua cura e spese all'esecuzione delle prove delle stesse, da realizzarsi a norma di legge in presenza della Direzione dei Lavori.
4. L'Appaltatore ha l'obbligo di fornire tutti i dati necessari alla valutazione delle proposte (cataloghi tecnici, campioni e quant'altro utile), restando convenuto che gli oneri per la rimozione e l'allontanamento dal cantiere delle forniture giudicate non idonee saranno a totale carico dell'Appaltatore stesso, anche nel caso risultassero già collocate in opera.
5. L'Appaltatore è obbligato a:

- a) intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato, non si presenti;
 - b) firmare i libretti delle misure, i brogliacci, le liste settimanali e gli eventuali disegni integrativi a lui sottoposti dal Direttore dei Lavori;
 - c) prestarsi alle operazioni di misurazione in contraddittorio con il personale incaricato dell'ufficio di Direzione Lavori al fine della tenuta e corretta contabilizzazione delle opere;
 - d) consegnare al Direttore dei Lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia, nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal Direttore dei Lavori.
 - e) la realizzazione dei tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove, verifiche, esplorazioni, capisaldi, controlli e simili (che possano occorrere dal giorno in cui inizia la consegna fino al compimento del collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione) tenendo a disposizione del Direttore dei Lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna; è prescritta l'assoluta precisione degli strumenti e la loro idoneità all'uso in ogni tempo;
 - f) produrre alla direzione dei lavori adeguata documentazione fotografica, in relazione a lavorazioni di particolare complessità, ovvero non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione o comunque a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, deve recare in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state effettuate le relative rilevazioni.
6. Sono a carico e a cura dell'Appaltatore tutti gli adempimenti imposti dalla normativa in materia ambientale D.lgs 152/2006 (come modificato dalla Legge 98/2013), e s.m.i..

Art. 56 - DANNI

- 1. Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore i lavori occorrenti per risolvere i danni di qualsiasi natura ed entità e le perdite totali di attrezzi, mezzi d'opera, macchinari ed opere provvisionali, da qualsiasi causa prodotti, non escluso afflussi eccezionali di acque meteoriche.
- 2. Sono a carico dell'Appaltatore tutte le misure, comprese le opere provvisionali e tutti gli adempimenti per evitare il verificarsi di danni alle opere, all'ambiente, alle persone e alle cose nell'esecuzione dell'appalto.
- 3. L'onere per il ripristino di opere o il risarcimento di danni ai luoghi, a cose o a terzi determinati da mancata, tardiva o inadeguata assunzione dei necessari provvedimenti, sono a totale carico dell'Appaltatore, indipendentemente dall'esistenza di adeguata copertura assicurativa.
- 4. I materiali approvvigionati in cantiere a piè d'opera, fino alla loro completa messa in opera, rimarranno a rischio e pericolo dell'Appaltatore per qualunque causa di deterioramento o

perdita e potranno essere sempre rifiutati se non ritenuti soddisfacenti dalla Direzione dei Lavori.

Art. 57 - CUSTODIA DEL CANTIERE

È a carico e a cura dell'Appaltatore la guardia e la sorveglianza, sia di giorno che di notte, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose dell'Amministrazione appaltante che saranno consegnate all'Appaltatore. Ciò anche durante i periodi di sospensione e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.

Art. 58 - CARTELLO DI CANTIERE

L'Appaltatore deve predisporre ed esporre in sito almeno un esemplare del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno 150 cm di base e 200 cm di altezza, recante le descrizioni di cui alla C.M. 01.06.1990, n. 1729/UL e comunque inserendo quanto richiesto dalla D.L. o dal Responsabile Unico del Procedimento. L'Appaltatore dovrà curare la manutenzione, i necessari aggiornamenti periodici e provvedere all'illuminazione notturna del cartello stesso se richiesto per motivi di sicurezza dagli organi competenti.

Art. 59 - SPESE CONTRATTUALI, IMPOSTE, TASSE

1. Sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
 - le spese di contratto, nonché ogni altro onere connesso alla stipulazione ed alla eventuale registrazione del contratto medesimo compresi gli oneri tributari;
 - le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;
 - le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica, ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;
 - tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione;
 - le imposte e gli altri oneri che, direttamente o indirettamente, gravano sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto;
 - tutte le spese, compresi gli oneri fiscali, inerenti e conseguenti alla stipula del contratto d'appalto, nessuna eccettuata od esclusa, comprese le spese di contratto, di bollo e di registrazione oltre al rimborso delle spese di pubblicazione della gara d'appalto.
2. Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente capitolato speciale d'appalto si intendono I.V.A. esclusa.

Art. 60 - TRACCIABILITÀ DEI PAGAMENTI

1. Ai sensi dell'articolo 3 della legge n. 136 del 2010, e s.m.i., gli operatori economici titolari dell'appalto, nonché i subappaltatori, devono comunicare alla Stazione Appaltante gli estremi identificativi dei conti correnti dedicati, anche se non in via esclusiva, accesi presso banche o presso Poste italiane S.p.A., entro 7 (sette) giorni dalla stipula del contratto oppure entro 7 (sette) giorni dalla loro accensione se successiva, comunicando altresì negli stessi termini le generalità e il codice fiscale delle persone delegate ad operare sui predetti conti. L'obbligo di comunicazione è esteso anche alle modificazioni delle indicazioni fornite in precedenza. In assenza delle predette comunicazioni la stazione appaltante sospende i pagamenti e non decorrono i termini legali per l'applicazione degli interessi e per la richiesta di risoluzione del contratto.
2. In riferimento a tutti i movimenti finanziari relativi all'intervento:
 - a) per pagamenti a favore dell'appaltatore, dei subappaltatori, dei sub-contraenti, dei sub-fornitori o comunque di soggetti che eseguono lavori, forniscono beni o prestano servizi in relazione all'intervento, devono avvenire mediante bonifico bancario o postale, ovvero altro mezzo che sia ammesso dall'ordinamento giuridico in quanto idoneo ai fini della tracciabilità;
 - b) i pagamenti di cui alla precedente lettera a) devono avvenire in ogni caso utilizzando i conti correnti dedicati di cui al comma 1;
 - c) i pagamenti destinati a dipendenti, consulenti e fornitori di beni e servizi rientranti tra le spese generali nonché quelli destinati all'acquisto di immobilizzazioni tecniche devono essere eseguiti tramite i conti correnti dedicati di cui al comma 1, per il totale dovuto, anche se non riferibile in via esclusiva alla realizzazione dell'intervento.
3. I pagamenti in favore di enti previdenziali, assicurativi e istituzionali, nonché quelli in favore di gestori e fornitori di pubblici servizi, ovvero quelli riguardanti tributi, possono essere eseguiti anche con strumenti diversi da quelli ammessi dal comma 2, lettera a), fermo restando l'obbligo di documentazione della spesa. Per le spese giornaliere, di importo inferiore o uguale a 1.500,00 euro possono essere utilizzati sistemi diversi da quelli ammessi dal comma 2, lettera a), fermi restando il divieto di impiego del contante e l'obbligo di documentazione della spesa.
4. Ogni pagamento effettuato ai sensi del comma 2, lettera a), deve riportare, in relazione a ciascuna transazione, il CIG e il CUP di cui all'articolo 1, comma 4.
5. Fatte salve le sanzioni amministrative pecuniarie di cui all'articolo 6 della legge n. 136 del 2010, la violazione delle prescrizioni di cui al comma 2, lettera a), costituisce causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'articolo 3, comma 9-bis, della citata legge n. 136 del 2010; parimenti la violazione delle prescrizioni di cui al comma 2, lettere b) e c), o ai commi 3 e 4, se reiterata per più di una volta, costituisce causa di risoluzione del contratto.
6. I soggetti di cui al comma 1 che hanno notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui ai commi da 1 a 3, procedono all'immediata risoluzione del rapporto contrattuale, informandone contestualmente la stazione appaltante e la prefettura-ufficio territorialmente competente.

7. Le clausole di cui al presente articolo devono essere obbligatoriamente riportate nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle imprese a qualsiasi titolo interessate all'intervento ai sensi del comma 2, lettera a); in assenza di tali clausole i predetti contratti sono nulli senza necessità di declaratoria.

Art. 61 - DOCUMENTAZIONE

Entro 10 (dieci) giorni lavorativi dall'ultimazione delle singole lavorazioni l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori tutti quei documenti necessari per la certificazione delle caratteristiche dei materiali impiegati, ecc., certificati di prova, di omologazione, di corretta posa in opera, ecc., secondo la specifica normativa vigente, richiamata in maniera anche non esaustiva nella parte tecnica di capitolato speciale di appalto e nel disciplinare tecnico prestazionale e, se del caso, la modulistica propria degli Enti preposti al rilascio di autorizzazioni, concessioni, licenze, nulla osta e pareri.

PARTE SECONDA: PRESCRIZIONI TECNICHE

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 62 – LAVORI A MISURA

1. Qualora in corso d'opera debbano essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi degli articoli 40, 41 o 42 del presente capitolato, e per tali variazioni ricorrano le condizioni di cui al DPR 207/2010 e ss.mm.ii., per cui risulti eccessivamente oneroso individuarne in maniera certa e definita le quantità e pertanto non sia possibile la loro definizione nel lavoro "a corpo", esse possono essere preventivate a misura. Le relative lavorazioni sono indicate nel provvedimento di approvazione della perizia con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo del contratto.
2. Nei casi di cui al comma 1, qualora le stesse variazioni non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'art. 43 del presente Capitolato, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione "a corpo".
3. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.
4. Nel corrispettivo per l'esecuzione degli eventuali lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.
5. La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari di cui all'art. 4 del presente Capitolato Speciale.
6. Gli eventuali oneri per la sicurezza che fossero individuati a misura in relazione alle variazioni di cui al comma 1, sono valutati sulla base dei relativi prezzi di elenco, ovvero formati ai sensi del comma 2, con le relative quantità.

Art. 63 – LAVORI A CORPO

1. La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.
2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.
3. La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate

nella tabella «B», contenuta all'art. 2 comma 1 del presente Capitolato Speciale per farne parte integrante e sostanziale, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

4. L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione.
5. Gli oneri per la sicurezza di cui all'art. 2, comma 1 del presente Capitolato, (tabella «B»), sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta medesima tabella, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

Art. 64 - VALUTAZIONE DEI MANUFATTI E DEI MATERIALI A PIE' D'OPERA

1. In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'art. 26 del presente Capitolato, all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal Direttore dei Lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.
2. I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal Direttore dei Lavori ai sensi dell'art. 18, comma 1 del Cap. Gen. 145/2000.

Art. 65 - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Le norme di misurazione per la contabilizzazione sono le seguenti.

Scavi in genere

In aggiunta ai particolari obblighi emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato per tutti gli oneri che dovrà affrontare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto
- per puntellature, sbatacchiature ed armature di qualsiasi genere ed entità, secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato compresi, le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi dovrà essere effettuata nei seguenti modi:

- a) il volume degli scavi di sbancamento dovrà essere determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- b) gli scavi di fondazione (di sbancamento, a sezione obbligata o a sezione ristretta) saranno computati, per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento; oppure dal terreno naturale, quando lo scavo di sbancamento non verrà effettuato. Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali poiché, ogni maggiore scavo, si riterrà già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco. Nel caso di scampanature messe in opera nella parte inferiore degli scavi, i relativi volumi dovranno essere valutati geometricamente, suddividendoli in figure elementari semplici ovvero, applicando il metodo delle sezioni ragguagliate; inoltre, per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di sbatacchiature, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, saranno applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco;
- c) scavi subacquei: i sovrapprezzi per questo tipo di scavi, in aggiunta al prezzo degli scavi di fondazione dovranno essere pagati al metro cubo secondo le precedenti modalità (lett. b) con appositi sovrapprezzi relativamente alle zone sommerse, a partire dal piano orizzontale posto a quota 0,20 m sotto il livello normale dell'acqua, procedendo verso il basso. Il nolo della motopompa, utilizzata al fine di eseguire i prosciugamenti, sarà pagato all'Appaltatore a parte;
- d) scavi archeologici: i sovrapprezzi per questo tipo di scavi, in aggiunta al prezzo degli scavi di fondazione dovranno essere pagati al metro cubo secondo le modalità indicate alla lett. b) del presente articolo con opportuni sovrapprezzi relativi alla specifica morfologia del sito. L'onere del vaglio del terriccio e la custodia dei reperti in appositi contenitori, sarà compreso nel prezzo indicato.

Rilevati e rinterri

Il volume dei rilevati o rinterri dovrà essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a m³ per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

Riempimento con misto granulare a secco

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

Palificazioni

Il diametro (o la sezione) dei pali dovrà essere computato nel mezzo della loro lunghezza; per i pali lignei la misurazione avverrà previa operazione di scorzatura. La lunghezza di infissione si otterrà

dalla differenza tra la lunghezza complessiva del palo, prima della messa in opera, e la lunghezza della parte affiorante dal terreno dopo l'infissione. Per gli elementi in legno, sarà compreso nel prezzo la lavorazione della punta del palo e la messa in opera della puntazza escluso il costo del ferro¹.

Paratie di calcestruzzo armato

Saranno valutate per la loro superficie misurata tra le quote di imposta delle paratie stesse e la quota di testata della trave superiore di collegamento. Il prezzo comprenderà tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

Paratie e casseri in legname

Saranno calcolate in riferimento alla loro superficie effettiva; nel relativo prezzo di elenco si intenderà remunerata ogni fornitura necessaria di legname, ferramenta, ogni sfrido nonché ogni spesa per la lavorazione, la messa in opera e quanto altro occorra per fornire le opere complete e finite a regola d'arte.

Rimozione e demolizioni

I prezzi relativi ai lavori che ammettono demolizioni, anche parziali, dovranno intendersi sempre compensati di ogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile.

Murature in genere

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni di seguito specificate, dovranno essere misurate geometricamente, a volume od a superficie, in riferimento alla specifica categoria e in base a misure prese sul vivo ovvero escludendo gli intonaci. Dovranno essere detratti tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e i vuoti di canne fumarie, canalizzazioni ecc., caratterizzati da una sezione superiore a 0,25 m², in quest'ultimo caso rimarrà all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Dovrà, inoltre, essere detratto il volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Murature in pietra da taglio

La pietra da taglio da pagarsi a volume dovrà essere sempre valutata al metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie (m²), dovranno essere valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile. Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti. Nei prezzi relativi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Paramenti in faccia-vista

I prezzi stabiliti per le lavorazioni faccia a vista, da pagare separatamente dalle murature, comprendono il compenso per i piani di posa e di connettura, per la lavorazione faccia vista e qualunque altro eventuale costo del pietrame di rivestimento allorché questo sia previsto di qualità e provenienza differente da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna. La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine in mattoni verrà eseguita per la loro superficie effettiva (m²), dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio o artificiale.

Operazioni di preconsolidamento

La valutazione di dette operazioni (ristabilimento parziale della coesione di materiale lapideo, ristabilimento della coesione degli intonaci per mezzo di pennelli, siringhe e pipette), data l'evidente difficoltà di stabilire l'esatta misura delle porzioni di materiale che necessitano l'esecuzione di questo intervento, verrà espressa secondo diversi criteri:

- a metro quadrato con un prezzo distinto secondo la percentuale di diffusione del fenomeno di degrado;
- a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato cui vanno riportati i casi al di sotto di questa misura;

La stesura di uno strato protettivo a base di malta idraulica su superfici disgregate lapidee o mosaici verrà valutata a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato.

L'applicazione e la rimozione di bendaggi protettivi sarà valutata con un prezzo al decimetro quadrato nel caso di preconsolidamento su materiale lapideo e mosaici al metro quadrato nel caso di stucchi, intonaci e dipinti murari. Data la funzione di sostegno, la superficie da bendare dovrà sempre eccedere l'estensione del fenomeno di degrado che ne richiederà l'applicazione. La superficie minima sarà pari a un decimetro quadrato nel caso di materiale lapideo e mosaici ovvero, pari a 0,5 m² per stucchi, intonaci e dipinti murari a cui andranno riportati anche i casi di bendaggi al disotto di queste misure.

Il ristabilimento dell'adesione e della coesione della pellicola pittorica sarà stimato in metri quadrati o parti di metro quadrato delle porzioni di materiale interessato in maniera diffusa da distacchi o disgregazioni.

Il puntuale bloccaggio delle tessere mobili della superficie mosaicata sarà valutato a singolo intervento.

Operazioni di pulitura

La valutazione di tutte le operazioni di pulitura eseguite su materiale lapideo, stucchi, dipinti murari, intonaci e mosaici (con sostante solventi a tampone o a pennello, a secco, ad umido, con impacco ecc.) sarà eseguita al metro quadrato o parti di metro quadrato delle porzioni di materiale interessate in maniera diffusa da strati e/o depositi soprammessi. Le rifiniture saranno valutate al decimetro quadrato per materiali lapidei ovvero al metro quadrato per stucchi e dipinti murari. Nel caso di puliture di dipinti murari nel suddetto prezzo sarà esclusa l'incidenza del risciacquo con acqua distillata e l'applicazione di materiale assorbente per l'estrazione di sali solubili e dei residui dei sali utilizzati per l'operazione di pulitura; le suddette operazioni saranno valutate al metro quadrato.

Allorché si parli di cicli di applicazione questi dovranno essere intesi come l'insieme di operazioni costituito dall'applicazione del prodotto indicato secondo il metodo descritto dalla D.L. e dalla successiva rimozione meccanica o manuale delle sostanze da esso solubilizzati.

Nell'uso della nebulizzazione o dell'automazione per puliture di materiali lapidei saranno a carico dell'appaltatore ed inclusi nel prezzo la canalizzazione delle acque di scarico e la protezione delle superfici circostanti mediante gomme siliconiche, teli di plastica e grondaie.

Operazioni di diserbo e trattamento da attacchi biologici

Alla rimozione di vegetazione superiore saranno riferiti due diversi tipi di valutazione uno al metro quadrato uno al metro lineare tra loro alternativi; ciò in considerazione del fatto che questo fenomeno può verificarsi sia su ampie zone di diffusione sia lungo elementi rettilinei quali cornici, angoli, marcapiani oppure lungo fratture o fessure.

Operazioni di rimozioni di stuccature o di elementi non idonei applicati in precedenti interventi

La valutazione del prezzo per la rimozione di stuccature (profondità massima 3 cm) non idonee eseguite nel corso di precedenti interventi seguirà tre criteri:

- al metro nei casi di stuccature con forma lunga e molto sottile servite per chiudere o sigillare fessurazioni;
- al metro quadrato nei casi di stuccature o rifacimenti abbastanza estesi (oltre il metro quadrato);
- al decimetro quadrato nei casi di stuccature con estensione al di sotto del metro quadrato sarà in ogni caso utile dare tre diverse stime ovverosia entro 5 dm² tra 5 e 20 dm² tra 20 e 1 m².

La durezza del materiale utilizzato per le stuccature (gesso, calce, cemento, resina ecc.) resterà un criterio fondamentale di distinzione dei costi in quanto inciderà direttamente e sensibilmente sui relativi tempi di esecuzione così come lo stato di conservazione del manufatto modificherà, altrettanto sensibilmente, il tempo necessario alla rimozione.

Per l'asportazione di elementi metallici la valutazione sarà espressa per ciascuno elemento rimosso e sarà altresì differenziata a seconda dell'adesivo con cui saranno stati vincolati e della lunghezza degli stessi elementi.

La rimozione temporanea di inserti in pietra o di fasce, cerchiature o grosse staffe sarà valutata per ogni singolo intervento (previo eventuale progetto).

Operazioni di distacco e riadesione di scaglie, frammenti e parti pellicolanti o cadute

Le operazioni in oggetto saranno valutate a singolo frammento in linea generale potranno essere individuate due categorie con relative valutazioni: frammento di dimensioni limitate che comprenderà sia la scaglia sia il pezzo più pesante ma comunque maneggiabile da un singolo operatore, frammento di grandi dimensioni che comprenderà un complesso di operazioni preparatorie e collaterali. In entrambi i casi qualora si rivelasse necessaria un'operazione di bendaggio preliminare questa sarà contabilizzata a parte secondo le indicazioni fornite alla relativa voce. Saranno altresì esclusi gli oneri di eventuali controforme di sostegno che dovranno essere aggiunti al costo dell'operazione.

La riadesione di frammenti di dimensioni limitate già distaccati o caduti, sarà valutata sempre al pezzo singolo e prevedrà una differenziazione di difficoltà nel caso di incollaggi semplici e di incollaggi con inserzioni di perni. In questo ultimo caso saranno contemplate ulteriori valutazioni dovute alla possibilità o meno di sfruttare eventuali vecchie sedi di perni, alla diversa lunghezza e al diverso materiale dei perni (titanio, acciaio inox, carbonio ecc.).

Il consolidamento di grosse fratture mediante iniezione di consolidanti e adesivi (organici ed inorganici) avrà una valutazione al metro, tuttavia per l'elevata incidenza delle fasi preparatorie

verrà contemplata una superficie minima di 0,5 m a cui andranno riportati anche i casi di fatturazioni al di sotto di tale misura.

Operazioni di consolidamento

Nell'operazione di consolidamento mediante impregnazione (ristabilimento della coesione di materiale lapideo, mosaici, ristabilimento della coesione della pellicola pittorica o doratura/argentatura all'intonaco per mezzo di pennelli, siringhe e pipette), data l'evidente difficoltà di stabilire l'esatta misura delle porzioni di materiale che necessitano l'esecuzione di questo intervento, verrà espressa secondo diversi criteri:

- a metro quadrato con un prezzo distinto secondo la percentuale di diffusione del fenomeno di degrado ovverosia entro il 30% in un metro quadrato, tra il 30% e il 50% e tra il 50% ed il 100%.
- a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato cui vanno riportati i casi al disotto di questa misura.

Nell'operazione di ristabilimento dell'adesione tra supporto murario ed intonaco e tra i diversi strati di intonaco l'esecuzione di questo intervento verrà espressa:

- a singolo intervento per distacchi contenuti in precise dimensioni ed espresse in decimetri quadrati;
- a metro quadrato per distacchi di dimensioni più limitate ma diffuse sulla superficie secondo percentuali differenti.

Nell'operazione di consolidamento ad impacco il costo verrà valutato al metro quadrato, sarà contemplata una superficie minima di 1 m² a cui andranno riportati anche quei casi di impacchi al di sotto di questa misura. Il costo della manodopera sarà minore nel caso di oggetti a tutto tondo, dove l'impacco sarà sostenuto facilmente da una fasciatura, mentre aumenterà nel caso di superfici che richiederanno il sostegno dell'impacco con controforme e puntellature.

Il ristabilimento dell'adesione nei fenomeni di scagliatura ed esfoliazione su materiali lapidei eseguito in maniera puntuale mediante incollaggi con resine sintetiche, sarà valutato a singolo intervento, nel caso di ristabilimento dell'adesione eseguito mediante infiltrazione di malta idraulica verrà contemplata una superficie minima pari a 1 dm² a cui andranno riportati anche i casi di intervento al di sotto di questa misura.

Le operazioni di puntellatura provvisoria di applicazione di perni di distacco e di collocamento di piccole parti saranno da valutare a singolo intervento.

Operazioni di stuccatura, microstuccatura e presentazione estetica (comprendendo anche le integrazioni pittoriche e le protezioni superficiali)

Le operazioni di stuccatura, in considerazione della diversa morfologia e delle dimensioni delle lacune saranno valutate secondo tre criteri:

- al metro lineare nei casi di stuccature con forma lunga e molto sottile al fine di chiudere o sigillare fessurazioni;
- al metro quadrato nei casi di stuccature o rifacimenti abbastanza estesi (oltre il metro quadrato). Nel caso di dipinti murari saranno individuate tre diverse valutazioni che prevedranno su ogni metro quadrato di superficie una diversa percentuale di estensione di velature o reintegrazioni non idonee: entro il 70%, entro il 30% ed entro il 15%;
- al decimetro quadrato nei casi di stuccature con estensione al di sotto del metro quadrato sarà in ogni caso utile dare tre diverse stime ovverosia entro 5 dm² tra 5 e 20 dm² tra 20 e 1 m².

La microstuccatura (ovvero la sigillatura di zone degradate per fenomeni di scagliature, esfoliazione, pitting, microfessurazione o microfratturazioni) sarà valutata al metro quadrato distinguendo tre percentuali di diffusione del fenomeno sul supporto: entro il 70%, entro il 30% ed entro il 15%.

La revisione estetica per l'equilibratura di stuccature ed integrazioni (ovvero la possibilità di assimilare al colore della pietra originale tutte le parti non equilibrate) verrà valutata al metro quadrato delle porzioni di materiale interessate in maniera diffusa dal fenomeno di squilibrio.

Operazioni di integrazioni di parti mancanti

L'integrazione delle lacune sarà differenziata secondo le tipologie di intervento e la valutazione di queste sarà al decimetro quadrato (dm²) per superfici comprese entro i 50 dm² e al metro quadrato per superfici superiori al metro quadrato.

Operazioni di protezione

Le operazioni di protezioni dovranno essere valutate a superficie effettiva (m²) con detrazione dei vuoti o delle parti non interessate al trattamento con superficie singola superiore a 0,5 m².

Operazioni di stacco ed applicazioni nuovi supporti

Le operazioni saranno valutate al metro quadrato per interventi compresi entro i 2,5 m², oltre tale misura saranno valutate in riferimento al singolo progetto.

Lavori in legno

Nella valutazione dei legnami non dovrà essere tenuto conto degli incastri e dei nodi necessari per l'unione dei diversi pezzi, allo stesso modo non dovranno essere detratte le relative mancanze o intagli. I prezzi inerenti, la lavorazione e la posizione in opera dei legnami saranno comprensivi di ogni compenso per la fornitura di tutta la chioderia, delle staffe, dei bulloni ecc. occorrente per gli sfridi, per l'esecuzione degli incastri e degli innesti di qualunque specie, per palchi di servizio e/o per qualunque altro mezzo provvisionale e lavoro per il sollevamento il trasporto e la posa in opera.

Lavori in metallo

Tutti i lavori in metallo dovranno essere, in generale, valutati a peso; i relativi prezzi verranno applicati a lavorazione completamente ultimata, al peso effettivo dei metalli determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'appaltatore, escludendo dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo sarà compreso ogni compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera; saranno pertanto anche compresi e compensati l'esecuzione dei necessari fori e degli incastri nelle murature e pietre da taglio, le piombature, le sigillature e le malte.

I prezzi dei profilati in ferro (a doppio "T", ad "H", ad "L" a "C" o con qualsiasi altro profilo) per solai, piattabande, collegamenti ecc., varranno anche in caso di eccezionale lunghezza, considerevole ampiezza di sezione e specifica tipologia per cui sia richiesta un'apposita fabbricazione. Saranno altresì compensati, oltre il trasporto in alto o la discesa in basso, tutte le provviste, tagli, lavorazioni ecc., necessari per congiungere le teste di tutte le travi dei solai con tondini, tiranti, cordoli in cemento armato ossia applicazione di chiavi, coprichiavi, chiavarde, staffe, bulloni, chiodature ecc. nonché tutte le procedure necessarie al fine di garantire le travi ai muri d'ambito ovvero per collegare due o più travi tra loro. Sarà inoltre, compensato ogni altro lavoro prescritto dalla D.L. per

la perfetta riuscita del solaio e per far esercitare alle travi la funzione di collegamento sui muri d'ambito.

Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato, oltre alla lavorazione e ad ogni sfrido sarà compreso l'onere per la legatura di ogni singolo elemento con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro e la posa in opera dell'armatura stessa.

Lavori in vetro o cristallo

Saranno valutate riferendosi alle superfici effettive (m²) di ciascun elemento all'atto della posa in opera. Per gli elementi non rettangolari si assume come superficie quella del minimo rettangolo circoscrivibile. Il prezzo risulterà comprensivo del mastice, dei siliconi, delle punte per il fissaggio, delle lastre e delle eventuali guarnizioni in gomma, prescritte per i telai in ferro. Superfici unitarie non inferiori a 0,5 m².

Manodopera

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai non graditi alla D.L.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle Leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi cioè quanto disposto dalla legge 300/1970 (Statuto dei lavoratori), ed in particolare quanto previsto dall'art. 36 della suddetta legge.

Ponteggi

I ponteggi esterni ed interni di altezza sino a 4,50 m dal piano di posa si intenderanno sempre compensati con la voce di elenco prezzi relativa al lavoro che ne richieda l'installazione. Ponteggi di maggior altezza, quando necessari, si intenderanno compensati a parte, una sola volta, per il tempo necessario alla esecuzione delle opere di riparazione, conservazione, consolidamento, manutenzione.

Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine. Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

Trasporti

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

PARTE TERZA: QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Si precisa che per evitare descrizioni che potrebbero risultare difficilmente rappresentabili, in alcuni articoli del presente capitolato sono stati prescritti alcuni materiali da costruzione con l'indicazione del tipo previsto dal progettista: ciò non costituisce forma di propaganda né costituisce un obbligo di approvvigionamento nei confronti dell'Impresa, la quale è libera di rifornirsi dove ritiene opportuno, ma costituisce un riferimento circa la tipologia e le caratteristiche dei materiali da porre in opera, per quanto riguarda sia le dimensioni sia le proprietà fisiche sia le proprietà meccaniche; i materiali utilizzati dovranno pertanto essere qualitativamente equivalenti o superiori ed in nessun caso inferiori a quelli prescritti ed in ogni caso essere sottoposti al vaglio della D.L. Si fa presente che con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo con i documenti UNINorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

Art. 66 – MATERIALI IN GENERE

È regola generale intendere che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, necessari per i lavori di conservazione, restauro, risanamento o manutenzione da eseguirsi sui manufatti potranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico, archeologico e monumentale, siano riconosciuti della migliore qualità, simili, ovvero il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, così da non risultare incompatibili con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento.

Nel caso di prodotti industriali (ad es., malte premiscelati) la rispondenza a questo capitolato potrà risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

L'Appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsivoglia fase lavorativa, di eseguire o fare effettuare, presso gli stabilimenti di produzione e/o laboratori ed istituti in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le campionature e prove preliminari sui materiali (confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da ditte specializzate) impiegati e da impiegarsi (in grado di garantire l'efficacia e la non nocività dei prodotti da utilizzarsi) prescritte nel presente capitolato e/o

stabilite dalla Direzione Lavori. Tali verifiche dovranno fare riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni NorMaL recepite dal Ministero per i Beni Culturali con decreto 11 novembre 1982, n. 2093. Il prelievo dei campioni (da eseguirsi secondo le prescrizioni indicate nelle raccomandazioni NorMaL) dovrà essere effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.

In particolare, su qualsiasi manufatto di valore storico-architettonico-archeologico, ovvero sul costruito attaccato, in modo più o meno aggressivo da agenti degradanti, oggetto di intervento di carattere manutentivo, conservativo o restaurativo, e se previsto dagli elaborati di progetto l'Appaltatore dovrà mettere in atto una serie di operazioni legate alla conoscenza fisico materica, patologica in particolare:

- determinazione dello stato di conservazione del costruito oggetto di intervento;
- individuazione degli agenti patogeni in aggressione;
- individuazione delle cause dirette e/o indirette nonché i meccanismi di alterazione.

Nel caso che la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, non reputasse idonea tutta o parte di una fornitura di materiale sarà obbligo dell'Appaltatore provvedere prontamente e senza alcuna osservazione in merito, alla loro rimozione (con altri materiali idonei rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti richiesti) siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera. Sarà inteso che l'Appaltatore resterà responsabile per quanto ha attinenza con la qualità dei materiali approvvigionati anche se valutati idonei dalla D.L., sino alla loro accettazione da parte dell'Amministrazione in sede di collaudo finale.

Art. 67 - ACQUA, CALCI, GESSO

Acqua d'impasto

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici od aerei (UNI EN 1008) dovrà essere dolce e limpida con un pH neutro (compreso tra 6 ed 8) con una torbidezza non superiore al 2%, priva di sostanze organiche o grassi ed esente di sali (particolarmente solfati, cloruri e nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%) in percentuali dannose e non essere aggressiva per l'impasto risultante. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere, altresì, additivata per evitare l'instaurarsi di reazioni chimico - fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose (DM 9 gennaio 1996 - Allegato I).

Tutte le acque naturali limpide (con l'esclusione di quelle meteoriche o marine) potranno essere utilizzate per le lavorazioni. Dovrà essere vietato l'uso, per qualsiasi lavorazione, di acque provenienti da scarichi industriali o civili. L'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione della D.L., non sarà consentito e, sarà comunque tassativamente vietato l'utilizzo di tale acqua per calcestruzzi armati, e per strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

Calci

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci" e ai requisiti di cui alla normativa europea UNI EN 459-1:2001 "Calci da costruzione. Definizione, specifiche criteri di conformità"; UNI EN 459-2:2001 "Calci da costruzione. Metodi di prova"; UNI EN 459-3:2001 "Calci da costruzione. Valutazione di conformità".

Calci aeree

Le calci aeree (costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio con quantità minori di magnesio, silicio, alluminio e ferro) sono classificate in base al loro contenuto di $(\text{CaO}+\text{MgO})_1$; si distinguono in:

- 1) Calci calciche (CL) calci costituite prevalentemente da ossido o idrossido di calcio (il calcare calcico è un calcare che dovrà contenere dallo 0% al 5% di carbonato di magnesio UNI 10319) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici;
- 2) Calci dolomitiche (DL) calci costituite prevalentemente da ossido di calcio e di magnesio o idrossido di calcio e di magnesio (il calcare dolomitico è un calcare che dovrà contenere dal 35% al 45% di carbonato di magnesio) senza alcuna aggiunta di materiali idraulico pozzolanici. Questo tipo di calce potrà essere commercializzato nella versione semi-idratata² (S1) o completamente idratata³ (S2).

Le calci aeree potranno, anche essere classificate in base alla loro condizione di consegna: calci vive (Q) o calci idrate (S).

- a) Calci vive (Q) calci aeree (includono le calci calciche e le calci dolomitiche) costituite prevalentemente da ossido di calcio ed ossido di magnesio ottenute per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Le calci vive hanno una reazione esotermica quando entrano in contatto con acqua. Possono essere vendute in varie pezzature che vanno dalle zolle al materiale finemente macinato.
- b) Calci idrate (S) calci aeree, (calci calciche o calci dolomitiche) ottenute dallo spegnimento controllato delle calci vive. Le calci spente sono prodotte, in base alla quantità di acqua utilizzata nell'idratazione, in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce):
 - calce idrata in polvere di colore biancastro derivata dalla calcinazione a bassa temperatura di calcari puri con meno del 10% d'argilla; si differenzia dal grassello per la quantità di acqua somministrata durante lo spegnimento della calce viva (ossido di Calcio), nella calce idrata la quantità di acqua impiegata è quella stechiometrica (3,22 parti di acqua per 1 parte di CaO). Può essere utilmente impiegata come base per la formazione di stucchi lucidi, per intonaci interni e per tinteggiature;
 - grassello di calce o calce aerea "spenta" (idrata) in pasta ottenuta per lento spegnimento ad "umido" (cioè in eccesso di acqua rispetto a quella chimicamente sufficiente circa 3-4 volte il suo peso) della calce con impurità non superiori al 5%. Le caratteristiche plastiche ed adesive del grassello, migliorano e vengono esaltate con un prolungato periodo di stagionatura in acqua, prima di essere impiegato. Il grassello, si dovrà presentare sotto forma di pasta finissima, perfettamente bianca morbida e quasi untuosa non dovrà indurire se esposto in ambienti umidi o immerso nell'acqua, indurrà invece in presenza di aria per essiccamento e lento assorbimento di anidride carbonica. La stagionatura minima nelle fosse sarà di 6 mesi per il confezionamento delle malte da allettamento e da costruzione e di 12 mesi per il confezionamento delle malte da intonaco o da stuccatura. Nel cantiere moderno è in uso ricavare il grassello mediante l'aggiunta di acqua (circa il 20%) alla calce idrata in polvere, mediante questa "procedura" (che in ogni caso necessita di una stagionatura minima di 24 ore) si ottiene un prodotto scadente di limitate qualità plastiche, adesive e coesive;
 - latte di calce ovvero "legante" per tinteggi, velature e scialbature ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa ottenuta stemperando accuratamente il grassello di calce (o della calce idrata) fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra.

Le calce aeree possono essere classificate anche in rapporto al contenuto di ossidi di calcio e magnesio (valori contenuti RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle calci"):

- a) calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5 m³/ton;
- b) calce magra in zolle o calce viva, contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5 m³/ton;
- b1) calce forte legante con deboli doti idrauliche, compresa tra le calce magre quando la presenza di componenti idraulici (presenza di argilla intorno al 5-5,5%) è considerata come impurità;
- c) calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, contenuto di umidità non superiore al 3% e contenuto di impurità non superiore al 6%, si distingue in:
 - fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 91%; il residuo al vaglio da 900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 1% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 5%; presenta una granulometria piuttosto fine ottenuta per ventilazione;
 - calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo di idrati di calcio e magnesio non è inferiore al 82%; il residuo al vaglio da 900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 2% mentre il residuo al vaglio da 4900 maglie/cm² dovrà essere ≤ 15%; si presenta come un prodotto a grana grossa.

La composizione della calce da costruzione, quando provata secondo la norma UNI EN 459-2, deve essere conforme ai valori della tabella 2 sotto elencata. Tutti i tipi di calce elencati nella tabella possono contenere additivi in modeste quantità per migliorare la produzione o le proprietà della calce da costruzione. Quando il contenuto dovesse superare lo 0,1% sarà obbligo dichiarare la quantità effettiva ed il tipo.

Tabella 2.1 Requisiti chimici della calce (valori espressi come percentuale di massa). I valori sono applicabili a tutti i tipi di calce. Per la calce viva questi valori corrispondono al prodotto finito; per tutti gli altri tipi di calce (calce idrata, grassello e calci idrauliche) i valori sono basati sul prodotto dopo la sottrazione del suo contenuto di acqua libera e di acqua legata. (UNI EN 459-1)

Tipo di calce da costruzione	Sigla	CaO+MgO	MgO	CO ₂	SO ₃	Calce libera %
Calce calcica 90	CL 90	≥ 90	≤ 5	≤ 4	≤ 2	-
Calce calcica 80	CL 80	≥ 80	≤ 5	≤ 7	≤ 2	-
Calce calcica 70	CL 70	≥ 70	≤ 5	≤ 12	≤ 2	-
Calce dolomitica 85	DL 85	≥ 85	≥ 30	≤ 7	≤ 2	-
Calce dolomitica 80	DL 80	≥ 80	≥ 5	≤ 7	≤ 2	-
Calce idraulica 2	HL 2	-	-	-	≤ 3	≥ 8
Calce idraulica 3,5	HL 3,5	-	-	-	≤ 3	≥ 6
Calce idraulica 5	HL 5	-	-	-	≤ 3	≥ 3
Calce idraulica naturale 2	NHL 2	-	-	-	≤ 3	≥ 15
Calce idraulica naturale 3,5	NHL 3,5	-	-	-	≤ 3	≥ 9
Calce idraulica naturale 5	NHL 5	-	-	-	≤ 3	≥ 3

Nella CL 90 è ammesso un contenuto di MgO fino al 7% se si supera la prova di stabilità indicata in 5.3 della EN 459-2:2001.

Nelle HL e nelle NHL è ammesso un contenuto di SO₃ maggiore del 3% e fino al 7% purché sia accertata la stabilità, dopo 28 giorni di maturazione in acqua, utilizzando la prova indicata nella EN 196-2 "Methods of testing cement: chemical analysis of cement".

Esempio di terminologia delle calci: la sigla EN459-1 CL90Q identifica la calce calcica 90 in forma di calce viva; la sigla EN459-1 DL85-S1 identifica la calce dolomitica 85 in forma di calce semi-idratata.

Calci idrauliche

Le calci idrauliche oltre che ai requisiti di accettazione di cui al RD 16 novembre 1939, n. 2231 e a quelli della norma UNI 459, devono rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" ed ai requisiti di accettazione contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" e successive modifiche ed integrazioni. Le calci idrauliche si distinguono in:

1) calce idraulica naturale (NHL) ovverosia il prodotto ottenuto dalla cottura a basse temperature (inferiore ai 1000 C°) di marne naturali o calcari più o meno argillosi o silicei con successiva riduzione in polvere mediante spegnimento (con quantità stechiometrica di acqua) con o senza macinazione. Tutte le NHL dovranno avere la proprietà di far presa ed indurire anche a contatto con l'acqua e dovranno essere esenti o quantomeno presentare un bassissimo livello di sali solubili.

Questo tipo di calci naturali potrà a sua volta essere diviso in:

- calce idraulica naturale bianca, rappresenta la forma più pura: dovrà essere ricavata dalla cottura di pietre calcaree silicee con una minima quantità di impurezze, presentare una quantità bassissima di sali solubili. Risulterà particolarmente indicata per confezionare malte, indirizzate a procedure di restauro che richiedono un basso modulo di elasticità ed un'elevata traspirabilità. In impasto fluido potrà essere utilizzata per iniezioni consolidanti a bassa pressione;

- calce idraulica naturale "moretta" o "albazzana" a differenza del tipo "bianco" si ricaverà dalla cottura di rocce marnose; risulterà indicata per la confezione di malte per il restauro che richiedono una maggiore resistenza a compressione; il colore naturale di questa calce potrà variare dal nocciolo, al beige, all'avorio fino a raggiungere il rosato;

2) calce idraulica naturale con materiali aggiunti (NHL-Z) in polvere ovverosia, calci idrauliche naturali con materiale aggiunto cioè, quelle calci che contengono un'aggiunta fino ad un massimo del 20% in massa di materiali idraulicizzanti a carattere pozzolanico (pozzolana, coccio pesto, trass) contrassegnate dalla lettera "Z" nella loro sigla;

3) calci idrauliche (HL)⁴ ovverosia calci costituite prevalentemente da idrossido di calcio, silicati di calcio e alluminati di calcio prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati. Questo tipo di calce dovrà possedere la caratteristica di far presa ed indurire anche in presenza di acqua.

Tabella 2.2 Caratteristiche meccaniche delle calci idrauliche naturali da utilizzare nel restauro

Tipo	NHL 2		NHL 3,5				NHL 5		
Caratteristiche	Calce delicata idonea per lavori su materiali teneri o fortemente decoesi, per legante di tinteggiature alla calce, per stucchi, e strati di finitura per modanature ed intonaci		Calce idonea per interventi su pietre e laterizi, anche parzialmente degradati, intervento di iniezione e sigillature consolidanti, per rappezzi di intonaci, e stillatura di giunti				Calce idonea per la ricostruzione di pietre e modanature, massetti, pavimentazioni, rinzaffi e arricci esposti a contatto con acqua o per betoncino con collaborazione statica		
PROVE	Rapporto impasto		Rapporto impasto				Rapporto impasto		
Resistenza a comp.	1:2	1:2,5	1:3	1:2	1:2,5	1:3	1:2	1:2,5	1:3
7 gg. N/mm ²	0,62	0,53	0,47	0,75	0,57	0,53	1,96	1	0,88
7 gg. N/mm ²	REQUISITI UNI EN 459-1		REQUISITI UNI EN 459-1 ---				REQUISITI UNI EN 459-1		

	---						---		
28 gg. N/mm ²	1,48	1,36	1,25	1,88	1,47	1,34	2,20	2,00	1,50
7 gg. N/mm ²	REQUISITI UNI EN 459-1 $\geq 2 a \leq 7$		REQUISITI UNI EN 459-1 $\geq 3,5 a \leq 10$				REQUISITI UNI EN 459-1 $\geq 5 a \leq 15 (a)$		
6 mesi N/mm ²	3,848	3,00	2,88	7,50	5,34	3,94	7,30	5,90	5,31
12 mesi. N/mm ²	4	2,90	2,90	7,50	5,90	3,90	9,28	8,44	6,50
La sabbia avrà una granulometria di 0,075-3 mm									
(a) La NHL 5, con massa volumica in mucchio minore di 0,90 kg/dm ³ può avere una resistenza a compressione dopo 28 gg fino a 20 MPa									

Tabella 2.3 Caratteristiche fisiche delle calci idrauliche naturali

	NHL 2		NHL 3,5		NHL 5	
PROVE	REQUISITI UNI EN 459-1	MED	REQUISITI UNI EN 459-1	MEDIA	REQUISITI UNI EN 459-1	MEDIA
Densità	0,4 a 0,8	0,45-	0,5 a 0,9	0,6-0,66	0,6 a 1,0	0,65-0,75
Finezza a 90 µm	≤ 15%	2 a 5	≤ 15%	6,6	≤ 15%	3,12
Finezza a 200 µm	≤ 2	≤ 0,5	≤ 5 %	0,48	≤ 5	0,08
Espansione	≤ 2 mm	≤ 1	≤ 2 mm	0,05	≤ 2 mm	0,61 mm
Idraulicità	----	15	---	25	---	43
Indice di bianchezza	---	76	---	72	---	67
Penetrazione	>10 e <20 mm	---	>10 e <50 mm	21	>20 e <50 mm	22,6
Tempo di inizio presa	>1 e <15 h	---	>1 e <15 h	2,5	>1 e < 15 h	3,59
Calce libera	≥ 15 %	50-	≥ 9 %	20-25%	≥ 3%	15-20%

Le calci idrauliche sia naturali che artificiali potranno essere classificate anche in rapporto al grado d'idraulicità, inteso come rapporto tra la percentuale di argilla e di calce: al variare di questo rapporto varieranno anche le caratteristiche (valori contenuti nel DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche").

Tabella 2.4 Classificazione calci idrauliche mediante il rapporto di idraulicità (DM 31 agosto 1972)

Calci	Indice di idraulicità	Argilla [%]	Calcare [%]	Presa in acqua [giorni]

Debolmente idraulica	0,10-0,15	5,31-8,20	94,6-91,8	15-30
Mediamente idraulica	0,16-0,31	8,21-14,80	91,7-85,2	10-15
Propriamente idraulica	0,31-0,41	14,81-19,10	85,1-80,9	5-9
Eminentemente idraulica	0,42-0,50	19,11-21,80	80,8-78,2	2-4

Art. 68 – MATERIALI INERTI PER MALTE, STUCCHI E CONGLOMERATI

L'analisi granulometrica, atta a definire la pezzatura di sabbie, ghiaie e pietrischi dovrà essere eseguita utilizzando i crivelli ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334. Sarà, pertanto, obbligo dell'Appaltatore, mettere a disposizione della D.L. detti crivelli così che possa eseguire il controllo granulometrico. Il diametro massimo dei grani dovrà essere scelto in funzione del tipo di lavorazione da effettuare: malta per intonaco, malta per stuccatura, malta per sagramatura, malta per riprese, impasti per getti, impasti per magroni ecc. Gli aggregati per le malte dovranno altresì essere conformi alle norme UNI EN 13139:2003.

Ghiaia e pietrisco

Le ghiaie saranno costituite da elementi di forma arrotondata di origine naturale, omogenei pulitissimi ed esenti da materie terrose argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte (calcaree o silicee), non gessose ad alta resistenza a compressione, dovrà, inoltre, essere ben assortita. Priva di parti friabili ed, eventualmente, lavata con acqua dolce al fine di eliminare materie nocive. I pietrischi (elementi di forma spigolosa di origine naturale o artificiale) oltre ad essere anch'essi scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee, potranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione (minimo 1200 kg/cm²), all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo. Entrambe le tipologie di inerti dovranno avere dimensioni massime (prescritte dalla D.L.) commisurate alle caratteristiche di utilizzo. Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal DM 9 gennaio 1996, Allegato 1, punto 2 e dalla norma UNI 8520. In ogni caso le dimensioni massime dovranno essere commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Nel dettaglio gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere di dimensioni tali da:

- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 50 mm se utilizzati per lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, rivestimenti di scarpata ecc.
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 40 mm se utilizzati per volti di getto;
- passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 30 mm se utilizzati per cappe di volti, lavori in cemento armato, lavori a parete sottile.

In ogni caso, salvo alcune eccezioni, gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da non passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diam. di 10 mm.

Tabella 5.1 Classificazione della ghiaia e del pietrisco in base alla loro granulometria

Tipo		Granulometria in mm	Utilizzo
Ciottoli o "pillole di fiume"		80-100	pavimentazioni stradali
GHIAIA rocce	grossa o ghiaione	50-80	riempimenti, vespai, massicciate, sottofondi
	mezzana	20-50	riempimenti, solai, getti
	ghiaietto o "pisello"	10-20	riempimenti, solai, getti

	granello o "risone"	7-10	rinzaffi ad alto spessore, zoccolature, bugnati, pavimentazioni, piccoli getti
PIETRISCO rocce	grosso	40/71	riempimenti, vespai, getti
	ordinario	25/40	pavimentazioni stradali, getti, riempimenti
		15/25	
	pietrischetto	10/15	pavimentazioni stradali, getti, riempimenti
GRANIGLIA marmo	graniglia grossa	5/20	pavimenti a seminato, a finto mosaico
	graniglia media	2,5/11	pavimenti a seminato, a finto mosaico, battuti
	graniglia minuta	0,5/5	marmette di cemento, pavimenti a seminato, battuti

Sabbie

Le sabbie vive o di cava, di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea ricavate dalla frantumazione di rocce con alta resistenza alla compressione, né gessose, né gelive dovranno essere: ben assortite, costituite da grani resistenti, prive di materie terrose, argillose, limacciose, polverulenti, di detriti organici e sostanze inquinanti; inoltre, avere un contenuto di solfati e di cloruri molto basso. Le sabbie dovranno, altresì essere scricchiolanti alla mano, ed avere una perdita di peso non superiore al 2% se sottoposte alla prova di decantazione in acqua. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive.

L'appaltatore dovrà mettere a disposizione della direzione lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla citata norma UNI 2332 per il controllo granulometrico. In particolare:

- la sabbia per murature in genere dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 (UNI 2332-1);
- la sabbia per intonaci, stucature e murature di paramento od in pietra da taglio dovrà essere costituita da grani passanti attraverso lo staccio 0,5 (UNI 2332-1);
- la sabbia per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'Allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e dall'Allegato 1, punto 1.2, del DM 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche". I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0,1 mm e 5,0 mm (UNI 2332) ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera.

Le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno, salvo diverse specifiche di progetto, essere costituite da granuli del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata con acqua dolce, anche più volte, al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva. L'accettabilità della sabbia verrà definita con i criteri indicati all'art. 6 del DR 16 novembre 1939, n. 2229, nell'Allegato 1 del DM 3 giugno 1968 e nell'Allegato 1, punto 2 del DM 27 luglio 1985; la distribuzione granulometrica dovrà essere assortita e comunque adeguata alle condizioni di posa in opera.

Tabella 5.2 Classificazione delle sabbie in base alla loro granulometria

Tipo		Granulometria in mm	Utilizzo
SABBIA silice, calcare	Grossa o sabbione	2/6	malta da costruzione, arriccio, rinzaffo (spessore 2-5 cm), calcestruzzi
	media	1/2	malta da rasatura, arriccio, intonachino, malta da allettamento

	fina	0,5/1	finiture, stuccature, iniezioni di consolidamento
	finissima	0,05-0,5	rifiniture, decorazioni, stuccature, iniezioni di consolidamento

Polveri

Ricavate dalla macinazione meccanica di marmi (carrara, verona, botticino ecc.) e pietre (silice ventilata, silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, dove prescritto dal progetto o dalla D.L., alla miscela secca di sabbie in quantitativo, salvo diverse prescrizioni, di circa 10-15% in peso.

La silice micronizzata si presenta come una polvere bianca, amorfa ai raggi X, con grandezza delle particelle primarie di 5-30 nanometri. Le caratteristiche principali sono: effetto addensante, tixotropante, antisedimentante, rinforzante per elastomeri, miglioramento dell'effetto di scorrimento delle povere ed effetto assorbente.

Pietra macinata

Inerti ottenuti dalla frantumazione naturale di rocce calcaree e/o sedimentarie, appartenenti al gruppo delle arenarie, proveniente direttamente da cave o da materiale di recupero della stessa fabbrica in questo caso, preventivamente alla macinazione, sarà cura dell'appaltatore provvedere ad una accurata pulizia seguita da cicli di lavaggio e asciugatura così da rimuovere eventuali tracce di sostanze inquinanti ed impurità varie. La pietra macinata, se non diversamente specificato, dovrà possedere le seguenti caratteristiche: buona resistenza a compressione; bassa porosità così da garantire un basso coefficiente di imbibizione; assenza di composti idrosolubili (ad es. gesso); assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico.

Il materiale derivato dalla frantumazione delle pietre proveniente da cave (da utilizzare per intonaci e stuccature) dovrà, necessariamente, essere dapprima accuratamente ventilato ed in seguito lavato più volte con acqua dolce così da asportare la polvere di macinazione che ricoprendo i granuli dell'inerte potrebbe compromettere l'utilizzo. L'inerte macinato sarà, di norma, classificato, in base alla sua granulometria, in:

- fine da 0,3 a 1 mm;
- media da 1 a 3 mm;
- grossa da 3 a 5 mm;
- molto grossa da 5 a 10 mm.

Per il controllo granulometrico sarà cura dell'appaltatore fornire alla D.L. i crivelli ed i setacci indicati nelle norme UNI 2332-1 e UNI 2334.

Pozzolana

Le pozzolane (tufo trachitico poco coerente e parzialmente cementato di colore grigiastro, rossastro o bruno) dovranno essere ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti ed essere di grana fine (dimensione massima dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico inferiore ai 5 mm), asciutte ed accuratamente vagliate, con resistenza a pressione su malta normale a 28 gg di 2,4 N/mm², resistenza a trazione su malta normale a 28 gg. di 0,4 N/mm² e residuo insolubile non superiore al 40% ad attacco acido basico. Qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal RD 16 novembre 1939, n. 2230.

Coccio pesto

Granulato di coccio macinato disidratato, dovrà essere ricavato dalla frantumazione di laterizio a pasta molle, mattoni, tavelle e coppi fatti a mano cotti a bassa temperatura (< a 950°C); a seconda delle zone di provenienza potrà presentare un colore da toni variabile dal giallo al rosso. Risulterà reperibile in diverse granulometria: a grana impalpabile 00-0, polvere 0-1,2 mm, fine 1,2-3 mm, media 3-8 mm, grossa 8-20 mm. La polvere di coccio pesto dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva. Per le sue caratteristiche di pozzolanicità e traspirabilità potrà essere usato per la produzione di malte ed intonaci naturali anche con spessori consistenti.

Metacaolino

Il metacaolino ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$), ottenuto per calcinazione a 730 °C del caolino (argilla primaria caratterizzata da un alto contenuto di silice e allumina attive) per le sue caratteristiche di pozzolanicità e traspirabilità potrà essere usato per la produzione di malte ed intonaci a marmorino ma anche per il consolidamento d'intonaci mediante iniezioni in profondità. Caratteristiche: colore bianco (grado 85,5 metodo ISO); ossido di silicio 47%; ossido di alluminio 37,8%; ossido di ferro 0,6%; pH al 10% in acqua $5,0\pm 0,5$; peso specifico 2,3 gr/dm³.

Argille espanse

Materiali da utilizzare principalmente come inerti per il confezionamento di calcestruzzi alleggeriti; in genere si ottengono tramite cottura di piccoli grumi ottenuti agglomerando l'argilla con poca acqua. Ogni granulo di colore bruno dovrà presentare: forma rotondeggiante (diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm), essere scevro da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei, non essere attaccabile da acidi, e conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura.

Di norma le argille espanse saranno in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla. Sarà, comunque, possibile utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità evitando fenomeni di assorbimento di acque anche in minime quantità.

Con appositi procedimenti i granuli potranno anche essere sinterizzati e trasformati in blocchi leggeri (mattoni, mattoni forati) da utilizzare, eventualmente, per pareti isolanti.

Pomice ed altri inerti naturali leggeri

Gli inerti leggeri di pomice dovranno essere formati da granuli leggeri di pomice asciutti e scevri da sostanze organiche, polveri od altri elementi estranei. Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto. Per quanto riguarda gli aggregati leggeri nel caso di utilizzo per miscele strutturali dovranno necessariamente possedere resistenza meccanica intorno ai valori di 15 N/mm².

Art. 69 – ELEMENTI IN LATERIZIO E CALCESTRUZZO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) potranno essere realizzati in laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito, calcestruzzi cellulari; essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale).

Gli elementi resistenti, quando impiegati nella costruzione di murature portanti, dovranno, necessariamente, rispondere alle prescrizioni contenute nel DM LLPP n. 103 del 20 novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro

consolidamento" (d'ora in poi DM 103/1987). Rientreranno in queste prescrizioni anche i mattoni da "paramento" ovverosia, quelli utilizzati per rivestimenti esterni ma che hanno, contemporaneamente una funzione portante.

Nel caso di murature non portanti, le suddette prescrizioni insieme alle norme UNI 8942 "Prodotti di laterizio per murature" potranno costituire un utile riferimento. Le eventuali prove su detti elementi dovranno essere condotte secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI 772 "Metodi di prova per elementi di muratura".

Tabella 6.1 Tipologie degli elementi resistenti artificiali e spessori minimi dei muri (DM 20/11/87)

Tabella 6.1 - Tipologie degli elementi resistenti artificiali e spessori minimi normati (DM 26/11/87)					
Tipo di elemento	φ	Elementi resistenti in laterizio		Elementi resistenti in calcestruzzo	
		f	Spessore	f	Nessun limite di spessore
		(cm ²)	minimo (cm)	(cm ²)	
Mattone pieno	≤ 15%	≤ 9	12	≤ 0,10 A con A ≤ 900 cm2 ≤ 0,15 A con A > 900 cm2	
Mattone e blocchi semipieni	15% --- 45%	≤ 12	20		
Mattone e blocchi forati	45% --- 55%	≤ 15	25		

Mattoni = elementi resistenti artificiali aventi forma parallelepipeda

Blocchi = elementi resistenti artificiali di grande formato con volume maggiore di circa 5500 cm3

A = area lorda della faccia forata delimitata dal suo perimetro

F = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti

f = area media di un foro (solo per il laterizio)

i = 100 x F/A = percentuale di foratura

Saranno considerati pieni i mattoni trafilati (tipo A massiccio, tipo B a tre fori), quelli pressati che presentano incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta, nonché i pressati cellulari (mattoni dotati di fori profondi ma non passanti). Dimensioni UNI 5,5 x 12 x 25 cm e 6 x 12 x 24 cm.

Saranno considerati semipieni i laterizi per murature destinati, di norma, ad essere messi in opera con i fori verticali, con apprezzabili caratteristiche di resistenza (foratura pesante). I blocchi semipieni potranno essere prodotti con laterizio "alveolato", ovverosia dotato di porosità uniforme tale da ridurre il peso a 1600-1400 kg/m³. I laterizi semipieni si distingueranno in: mattone semipieno tipo pesante o leggero (dim. 5,5 x 12 x 25 cm; 6 x 12 x 24 cm; - da paramento - dim. doppio UNI 12 x 12 x 25 cm) blocco forato (dim. 12/15 x 25 x 25 cm; 20 x 20 x 40 cm), e blocco forato ad incastro (dim. 20 x 25 x 30 cm; 20 x 30 x 45 cm; 20 x 30 x 50 cm).

Saranno denominati forati i laterizi per murature destinati di norma ad essere posti in opera con i fori orizzontali; se non diversamente specificato si classificheranno in:

- foratino o "stiaccione" (tre fori dim. 5 x 15 x 30 cm);
- forato comune (sei fori dim. 8 x 12 x 25 cm);
- foratella o tramezza (otto-dieci fori dim. 8/12 x 25 x 25 cm);
- foratone (dodici fori dim. 12 x 24 x 24 cm, 15 x 24 x 30 cm).

A seconda del grado di cottura i laterizi (mattone pieno e semipieno, mezzo mattone, tre quarti, quarto o "bernardino", mezzolungo o "tozzetto", mezzana, pianella) potranno essere distinti in:

- a) albasì, poco cotti, porosi, di colore chiaro (rosa o giallo), scarsamente resistenti, di norma non adatti come materiale per funzioni strutturali;

- b) mezzanelli dolci, più rossi dei precedenti, ma con resistenza ancora piuttosto bassa;
- c) mezzanelli forti, di colore rosso vivo, poco porosi, con resistenza a compressione, nel caso di mattoni pieni, comprese tra 25 e 40 MPa;
- d) ferrioli, troppo cotti, di colore rosso scuro (tendente al bruno), poco porosi in superficie, poco aderenti alle malte.

Il colore, oltre che dalla temperatura di cottura e dalla durata di tale trattamento, dipenderà anche dal tenore degli ossidi di ferro, dei silicati e del calcare presente nella miscela argillosa, e potrà variare dal giallo al rosso, più o meno cupo.

Prodotti comuni: i mattoni pieni per uso corrente dovranno essere a forma di parallelepipedo regolare, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante, avere una colorazione il più uniforme possibile nonché presentare, sia all'asciutto che dopo la prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla norma UNI vigente.

Per i mattoni pieni e i mattoni e blocchi semipieni per uso corrente ai fini dell'accettazione di un elemento saranno ammesse:

- 1 fessura interna nella direzione dei fori interessante tutta la dimensione dell'elemento per elementi con una sezione fino a 700 cm²;
- 2 fessure per sezioni maggiori di 700 cm²;
- 4 fessure nella direzione dei fori sulle pareti esterne, non maggiori del 200% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa;
- 2 fessure ortogonali alla direzione dei fori sulle pareti e sulle facce esterne, non maggiori del 10% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa (due fessure concorrenti in uno spigolo sono da considerarsi una fessura sola).

In ogni caso il numero totale delle fessure ammesse sulla superficie esterna complessiva dell'elemento non deve superare il valore 4 non saranno da considerarsi nel computo lesioni aventi una estensione $\leq$ 5% della lunghezza dell'elemento, misurata secondo la direzione della lesione stessa.

Per ciascun elemento non sarà tollerata, sulla sua superficie, nessuna protuberanza o scagliatura di diametro medio $>$ di 30 mm; protuberanze e scagliature di diametro minore non dovranno essere sistematiche. La quantità di elementi non conformi, ammessa complessivamente nel campione, per fessure, scagliature e protuberanze dovrà risultare $\leq$ a 21.

Art. 70 – MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

Materiali ferrosi

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto prescritto di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal citato DM 30 maggio 1974 ed alle norme UNI vigenti nonché presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1. Ferro: il ferro comune di colore grigio con lucentezza metallica dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.
2. Acciaio trafilato o laminato: tale acciaio, che potrà essere del tipo I (ossia extradolce e dolce il cosiddetto ferro omogeneo, con contenuto di carbonio inferiore a 0,1% per il primo e compreso tra 0,1% e 0,2% per il secondo; gli acciai saranno indicati con i simboli Fe 33 C10 o C16, e Fe 37

C20), o del tipo II (ossia semiduro e duro compresi tra il Fe 52 e il Fe 65 con contenuto di carbonio compreso tra 0,3% e 0,65%), dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà, saranno richiesti perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alte razioni. Esso dovrà, inoltre, essere saldabile e non suscettibile di prendere la temperatura; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare. Rientreranno in questa categoria le piastre, le lamiere (sia lisce sia ondulate, sagomate ovvero grecate o microdogate), le staffe e le cravatte per il consolidamento delle travi in legno, i fogli ed i nastri di vari spessori e dimensioni.

3. Acciaio profilato per strutture di armatura: rientreranno in questa categoria sia i prodotti ottenuti per estrusione i cosiddetti "profilati" a sezione più o meno complessa secondo le indicazioni di progetto (a "T" UNI 5681, a "doppio T o IPE" UNI 5398; ad "H o HE" UNI 5397; ad "L"; ad "U" ecc.) sia quelli a sezione regolare detti anche barre, "tondini" o "fili" se trafilati più sottili. I tondini di acciaio per l'armatura del calcestruzzo siano essi lisci (Fe B32 k) o ad aderenza migliorata (Fe B38 k o Fe B44 k) dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nel DM del 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il collaudo e l'esecuzione delle strutture delle opere di c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" attuativo della legge n. 1086 del 5 novembre 1971 e relative circolari esplicative, nonché alle norme UNI vigenti. In linea generale il materiale dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego o l'aderenza ai conglomerati. È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Tabella 7.1 Caratteristiche meccaniche minime per barre nervate e per reti di acciaio elettrosaldate (DM 9/01/96)

Tipo di acciaio	Fe B38 k	Fe B44 k
Diametro	5 ÷ 30 mm	5 ÷ 26 mm
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} N/mm ²	≥ 375	≥ 375
Tensione caratteristica di rottura f_{tk} N/mm ²	≥ 450	≥ 540
Allungamento A5 %	≥ 14	≥ 12
Fino a 12 mm piegamento a 180° su mandrino avente diametro	3 Φ	4 Φ
Oltre 12 mm fino ai 18 mm	6 Φ	8 Φ
Oltre 18 mm fino a 25 mm piega e raddrizzamento su mandrino avente diametro	8 Φ	10 Φ
Oltre 25 mm fino a 30 mm	10 Φ	12 Φ

4. Reti in acciaio elettrosaldato: le reti di tipo "normale" avranno diametri compresi tra i 4 mm e i 12 mm, potranno su richiesta essere zincate in opera; quelle di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da più strati di zinco (circa 250 g/m²) perfettamente aderente alla rete. Tutte le reti utilizzate in strutture di cemento armato dovranno avere le caratteristiche richieste dal DM 27 luglio 1985 e dal DM 9 gennaio 1996 nonché delle norme UNI vigenti (UNI 8926-27 e UNI ISO 10287).

Tabella 7.2 Caratteristiche meccaniche per reti di acciaio elettrosaldate (DM 9 gennaio 1996)

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} ovvero $f(0,2)k$	N/mm ²	≥ 390
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	N/mm ²	≥ 440
Rapporto dei diametri dei fili dell'ordito	Φ min/ Φ max	≥ 0,60
Allungamento A_{10}	%	≥ 8
Rapporto f_{tk}/ f_{yk}		≥ 1,10

5. Acciai inossidabili austenitici (UNI 3158-3159; 3161): dovranno corrispondere per analisi chimica alle norme AISI (American Iron Steel Institute) 304 e 316 (cioè ai rispettivi tipi UNI X5 Cr-Ni 1810 e X5 Cr-Ni-Mo 1712), e AISI 304L e 316L (rispettivi tipi UNI X2 Cr-Ni 1811 e X2 Cr-Ni-Mo 1712), aventi composizione chimiche sostanzialmente uguali alle precedenti a parte per la percentuale di carbonio sensibilmente inferiore che permetterà di migliorare ulteriormente le rispettive caratteristiche di resistenza alla corrosione a fronte, però, di una leggera diminuzione delle caratteristiche di resistenza meccanica (il carico unitario di snervamento R_s scende da 250 MPa a 220 MPa per il tipo 304 e da 260 MPa a 240 MPa per il tipo 316). Nell'acciaio AISI 316 l'utilizzo di molibdeno permetterà di migliorare sensibilmente le caratteristiche alla corrosione in particolare di quella per violatura (il PRE cioè l'indice di resistenza alla violatura Pitting Resistance Equivalent del tipo 316 è pari a 23-29 contro il 17-22 del tipo 304). Il tipo di acciaio a cui si farà riferimento per le caratteristiche meccaniche è il Fe B 44 k. Le modalità di prelievo e le unità di collaudo di tale acciaio seguiranno le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armature in c.a. Il peso dell'acciaio inox ad adherenza migliorata ad elevato limite elastico (low carbon) verrà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione nominale corrispondente determinato in base al peso specifico di 7,95 kg/dm³ per il tipo AISI 304L e di 8,00 kg/dm³ per il tipo AISI 316L.

Tabella 7.3 Caratteristiche fisico-meccaniche degli acciai inossidabili

Materiale	Indice resistenza	Conducibilità termica	Modulo elastico GPa	Carico di snervamento kg/mm ²	Allungam. minimo %	Strizione minima %
AISI 304	17-22	15	200	25	55	65
AISI 304L	18-21	15	200	22	55	70
AISI 316	23-29	15	193	26	55	70
AISI 316L	23-29	15	193	24	55	70
AISI 430	16-18	26	203	50	18	50

6. Acciaio fuso in getti: l'acciaio fuso in getti per cuscinetti, cerniere, rulli o per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.
7. Ghisa: (UNI 5330) la ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. Dovrà essere assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. Le caratteristiche dovranno adempiere i parametri elencati in tabella.

Tabella 7.4 Proprietà meccaniche delle ghise

Tipo	Carico a rottura (minimo) MPa	Allungamento a rottura (minimo) %	Numero durezza Brinell	Resilienza Charpy KJ/m2	Modulo Elastico MPa
Ghisa grigia ordinaria UNI G 15	147	1	150	40	84000

8. Titanio: il titanio e le sue leghe dovranno rispondere, per le loro caratteristiche, alle normative di riferimento del paese di produzione (UNI 10258). Questo specifico metallo dovrà possedere le seguenti caratteristiche: elevata leggerezza, elevata resistenza meccanica in relazione ad una bassa densità, elevata resistenza alla corrosione, basso coefficiente di dilatazione termica e basso coefficiente di conducibilità termica Grazie al suo modulo elastico

(pari a circa 100 GPa ovvero quasi la metà degli acciai inossidabili) risulterà un metallo facilmente abbinabile ai materiali lapidei, ceramici o, in ogni caso da costruzione. Con un peso specifico di circa 4,5 g/cm³ ed un carico di rottura simile a quello degli acciai il titanio, con le sue leghe fornisce tra i migliori rapporti resistenza meccanica/peso. La norma ASTM B625 identifica in ordine crescente le caratteristiche in classi da 1 a 4, il più usato è il 2, mentre la lega più utilizzata sarà la Ti-6Al-4V contenente il 6% di alluminio, il 4% di vanadio ed il 90% di titanio.

Tabella 7.5 Caratteristiche fisico-meccaniche del titanio e della lega Ti-6Al-4V

Materiale	Densità g/cm ³	Punto di fusione °C	Coeff. dilataz. Termica	Modulo elastico GPa	Carico di rottura kg/cm ²	Carico di snervamento kg/cm ²	Allungamento %
Titanio	4,5	1668	8,4 x 10	106	3400	2800	20
Ti-6Al-4V	4,4	1650	8,6 x 10	120	900	8300	---

Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame, il bronzo, l'ottone, l'alluminio, l'alluminio anodizzato, e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni dovranno essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui saranno destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza ovvero la durata.

Art. 71 - PRODOTTI A BASE DI LEGNO - GENERALITÀ

Si intenderanno prodotti a base di legno quelli derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che si presenteranno sotto forma di segati, pannelli, lastre ecc.

I prodotti verranno di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

Tabella 8.1 Tensioni nominali in MPa (N/mm²) per legno massiccio

Specie legnose		Categoria	Flessione	Trazione		Compressione		Taglio	Torsione	Modulo elastico
		Legname			0	90	0			
	Abete rosso	1	11	11	0,05	10	2	1	1	12.500
		2	9	9	0,05	8	2	0,9	1	11.500
		3	7	6	0	6	2	0,8	0	10.500
	Abete bianco	1	11,5	11	0,05	1	2	0,9	1	13.500
		2	10	9	0,5	9	2	0,8	1	12.500
		3	7,5	6	0	7	2	0,7	0	11.500
	Larice	1	13	12	0,05	12	2,5	1,1	1	15.500
		2	11	9,5	0,05	10	2,5	1	1	14.500
		3	8,5	7	0	7,5	2	0,9	0	13.500
	Pino silvestre	1	12	11	0,05	11	2	1	1	13.500

		2	10	9	0,05	9	2	0,9	1	12.500
		3	8	6	0	7	2	0,8	0	11.500
	Douglas	1	12	10,2	0,05	11	2	0,9	1	
		2	10	8,5	0,05	8,5	2	0,9	1	
		3	7	6	0	6	2	0,9	0	
	Quercia, Faggio	1	12	45	0,05	12	3	1,2	1	13.500
		2	11	10	0,05	10	2,5	1	1	12.500
		3	8,5	7	0	7,5	2,2	0,9	0	11.500
	Robinia	1	13,5	13	0,05	12	3	1,2	1,6	14.000
		2	11,5	11	0,05	10	2,5	1	1,6	13.000
		3	9	7	0	7,5	2,2	0,9	0	12.000
	Castagno, Olmo, Frassino	1	12	11	0,05	11	2	0,8	1,3	10.000
		2	10	9	0,05	9	2	0,7	1,3	9.000
		3	8	6	0	7	2	0,6	0	8.000
	Pioppo	1	10,5	9	0,05	10	1,5	0,6	1	9.000
		2	8,5	7	0,05	8	1,5	0,5	1	9.000
		3	8,6	4,5	0	6	1,5	0,4	0	7.000
0 sta ad indicare parallela alla fibratura 90 sta ad indicare ortogonale alla fibratura										

Legnami e materiali derivati dal legno

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenze essi siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al DM 30 ottobre 1912, DPR 24 dicembre 1969, DM del 6 marzo 1986 e alle norme UNI vigenti verranno selezionati, tra le diverse possibilità di scelta, le qualità appartenenti alla categoria prescritta se non presenteranno difetti incompatibili con l'uso per cui sono destinati.

Una classificazione commerciale e pratica, basata sulla forma, distingue i legnami in:

- legname tondo o "tondame"
- legname segato
- legname lavorato a squadratura con sezione quadrata o rettangolare (travi, travicelli ecc.)
- legname segato in tavolame
- legname squadrato

Il legname rotondo: dovrà provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovrà essere sufficientemente diritto, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo; dovrà essere scortecciato per tutta la lunghezza e congruato alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri. L'umidità massima tollerabile per questi materiali dovrà essere del 25%.

Tabella 8.2 Denominazione e misure dei principali prodotti ricavati da legname tondo

Denominazione	Diametro (cm)	Lunghezza (cm)	Note ed usi comuni
Abetelle o stili (antenne, candele)	12-25	200	Classe media della paleria, solo scortecciati e privati dell'alburno. Utilizzati per ponti di servizio

Pali	15-30	200-600 fino a 900	Classe grossa della paleria di essenza forte e dura sono tronchi privati della scorza e dell'alburno. Utilizzati per fondazione e consolidamento dei terreni

Il legname segato a spigolo vivo: dovrà essere lavorato e squadrato a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo (saranno comunque ammissibili lievi tolleranze sugli smussi), senza alburno ovvero potrà essere tollerata la moderata presenza di alburno nel legname strutturale.

Tabella 8.3 Denominazione e misure dei principali prodotti ricavati da legname lavorato a squadratura o segato

Denominazione	Lunghezza (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Note ed usi comuni
Travi o bordonali	400 fino a 1000-1200	20-45 fino a 50	14-35 fino a 40	Elementi squadriati a filo vivo o con tolleranza di smussi. Utilizzati come elemento principale della orditura di sostegno di coperture o solai.
Travicelli	350-550	12-18	8-15	Elementi squadriati a filo vivo utilizzati come struttura secondaria di solai o coperture
Morali o Correnti (arcarecci, terzere)	400-900	8-10	10-14	Travicelli utilizzati per l'orditura longitudinale delle coperture
Correntini o listelli	300-800	5-8	3,5-5	Correnti di minori comunque squadriati e utilizzati specialmente per l'ossatura delle coperture
Piane	non inferiore a 300	4-9	4-6	Travicelli piani e squadriati utilizzati per soffitti, tramezze e simili

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle sconnessure; le tavole potranno essere non refilate (ovvero ottenute dal solo taglio longitudinale del fusto), refilate rastremate (ovvero smussate seguendo la rastrematura) parallele (ovvero a spigoli paralleli) la larghezza delle tavole ordinarie potrà variare da 16 cm a 30 cm e da 8 cm a 15 cm per le sottomisure, la lunghezza varierà da 200 cm a 400 cm.

Tabella 8.4 Classificazione delle tavole parallele ricavate da tronchi segati

Denominazione	Lunghezza (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Note ed usi comuni
Panconi	400 ma sovente le misure variano da 300 a 600	25-40	8-15	Tavole molto grosse utilizzate per lavori di fondazione e per impalcature robuste
Tavoloni	400 può oscillare da 250 a 500	20-40	5-8	Tavole di grossezza media
Tavole o assi	300-600	15-35 con gradazioni di 2	2,5-6	Utilizzate per lavori di falegnameria e nei lavori di legname minuto
Assicelle	variabile circa 250	15-25	1,2-2,5	Tavole sottili
Denominazione	Lunghezza (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Note ed usi comuni
Scurette	variabile	15-20	1	
Sciaveri o scorzoni	variabile	variabile	variabile	Scarti di segagione provenienti dalla parte

				periferica del tronco con un lato rettilineo e l'altro a porzione di circonferenza
Piallacci	variabile	variabile	0,1-0,2	Fogli di legno di essenza nobile utilizzati per
				impiallacciare legni meno pregiati

Il legnane squadrato, ottenuto dai fusti mediante tagli, oltre alla squadratura a spigoli vivi paralleli potrà dar luogo ad altri due tipi di legni:

- legname grossolanamente squadrato a spigolo smussato lavorato a sega o ad ascia, dove tutte le facce dovranno essere spianate senza essere scarnite, saranno tollerati l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale;
- travi con squadratura "uso Trieste" ovvero lavorazione, eseguita su piante intere con una squadratura parziale senza spigolo vivo ottenuta attraverso il processo di piallatura superficiale, mantenendo la conicità del tronco originario.

I legnami per pavimentazioni siano essi listoni che tavolette dovranno necessariamente essere stagionati, ben piallati, esenti da nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte.

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima categoria, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale che circolare. Essi dovranno essere ben stagionati con un contenuto d'acqua non superiore al 15%; le specie ammissibili nella categoria degli infissi saranno elencati nelle tabelle UNI 2853-54. Tali legni dovranno presentare limitati difetti: sarà prescritta una densità di almeno 3 anelli per cm (con l'esclusione di alburno), non dovranno essere presenti nodi, cipollature, buchi, od altre malfatture palesi, dovranno, inoltre, presentare colore e venatura uniforme.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

Art. 72 - PIETRE NATURALI E RICOSTRUITE

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato: le denominazioni commerciali dovranno essere riferite a campioni, atlanti ecc.; i prodotti di seguito elencati dovranno, qualora non diversamente specificato, rispondere al RD del 16 novembre 1939, nn. 2229-2232, e 3334 alle norme UNI alle norme tecniche del CNR nonché alle raccomandazioni NorMaL vigenti.

Arenaria

Roccia sedimentaria clastica composta per cementazione naturale di una sabbia silicea o silicatico. Il cemento potrà essere di natura silicea, argilloso, argilloso-calcareo (macigno), gessoso ma, più frequente sarà quello misto. In funzione della natura di tale cemento ed al tipo di diagenesi subito, le arenarie potranno essere più o meno compatte, forti o friabili; di norma si presentano con giacitura a strati, hanno resistenza alla compressione di 600-1000 kg/cm², peso specifico da 2,5 a 2,7, colore variabile anche all'interno di una stessa formazione: tinta predominante grigio, bruno-giallastro, rossastro, grana fine non lucidabile. Generalmente di facile lavorazione, ed in rapporto alla consistenza, potranno essere impiegate come pietra da taglio, per elementi architettonici, rivestimenti ed anche per pavimentazioni stradali. Alcune varietà sono gelive.

Calcare

Roccia sedimentaria o metamorfica costituita prevalentemente, da calcite, ovvero da carbonato di calcio, generalmente con associazione d'impurezze ed altre sostanze che ne modificano le caratteristiche tecniche. La loro formazione potrà essere di due tipi: sedimentaria di deposito chimico (travertini, alabastri calcarei, tufi calcarei o calcareniti ecc.) o alterazione chimica e deposito meccanico, cioè da deposito di prodotti di disgregazione di altre rocce ricimentatesi (conglomerati come brecce a scheletro di pezzatura spigolosa e puddinghe sempre con pezzatura grossa ma a carattere arrotondato); di tipo metamorfica con processo di ricristallizzazione (marmi). I calcari, possiedono, di norma, durezza media (3 Mohs), peso specifico da 1,7 a 2,8 ton/m³; resistenza alla compressione da buona ad ottima, non sono gelivi. I calcari teneri non risultano suscettibili di lucidatura, hanno grana fine ed omogenea; potranno essere utilizzati sia per apparecchi portanti sia per elementi decorativi. I calcari compatti sono, normalmente, lucidabili, avranno struttura microcristallina e proprietà superiore a quelle di marmi.

Granito (termine commerciale)

Roccia eruttiva intrusiva composta prevalentemente da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, e da scarsi minerali ferrici), compatta, di difficile lavorabilità, manterrà a lungo la lucidatura se esposta all'esterno. La rottura del granito non avverrà per scorrimento dei piani reticolari, ma per reciproco distacco dei grani tra loro. I graniti potranno essere utilizzati per decorazione e per costruzione (grazie alle loro buone caratteristiche meccaniche e di resistenza all'abrasione e al gelo); di colore biancastro, grigiastro, rossastro frequentemente con macchiettature più scure (il colore dipenderà soprattutto dal contenuto di feldspato e di ferro), hanno una composizione chimica acida con abbondanza di silice in percentuale variabile tra il 70% e l'80%. La struttura tipica è granulare olocristallina con cristalli di dimensione variabile da minuti (1-2 mm) a medio grandi (10-20 mm), peso specifico relativamente modesto.

A questa categoria, appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico-potassici emiche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

Pietra (termine commerciale)

Roccia compatta e resistente, di natura ed origine varia da impiegarsi sia nelle costruzioni sia nelle decorazioni, di norma non lucidabile. Sotto questa categoria potranno essere classificate rocce di composizione mineralogica svariaticissima non inseribili in alcuna classificazione, comunque riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte, come varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi ecc.);
- rocce dure e/o compatte come le pietre a spacco naturali (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie ecc.) e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi ecc.).

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace

adesività alle malte. Dovranno essere, in assoluto, scartate le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le caratteristiche fisico-meccaniche delle pietre naturali da impiegare nella costruzione (in relazione sia alla natura della roccia prescelta sia dell'impiego) dovranno corrispondere alle norme di cui ai Regi Decreti 16 novembre 1939, n. 2229 e n. 2232, nonché alle norme UNI vigenti.

Pietra da taglio

Oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere scevre da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione, e di perfetta lavorabilità e/o lucidabilità. Le forme, le dimensioni ed i sistemi di lavorazione dei pezzi, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, verranno man mano indicati dalla D.L. Le lavorazioni da adottare per le pietre da taglio se non diversamente specificato saranno le seguenti:

- a semplice sbazzatura;
- a punta grossa; a punta mezzana; a punta fine;
- a martellina grossa; a martellina fina;
- a bocciarda grossa; a bocciarda media; a bocciarda fine;
- a gradina media; a gradina fine;
- a scalpello medio; a scalpello fine.

Le facce delle pietre da taglio, anche se unicamente sbazzate, dovranno venir lavorate sotto regolo, così da non perdere mai sinuosità maggiori di 1 cm; le pietre lavorate a punta grossa non dovranno presentare sinuosità maggiori di 5 mm. Nei conci lavorati a punta mezzana ed a punta fina, i letti di posa dovranno essere ridotti a perfetto piano e le facce dovranno presentare spigoli ben vivi e ben rifilati così che le giunture celate non superino la larghezza di 8 mm e quelle in vista di 4 mm. Allorché sia comandata la lavorazione a martellina, le superfici lavorate dovranno essere a "pelle" piana e liscia, senza sinuosità e sporgenze alcuna e le attaccature non dovranno essere superiore ai 2 mm.

Per le opere a "faccia a vista" dovrà essere vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce. Per questo specifico utilizzo dovranno essere utilizzate pietre caratterizzate da una buona resistenza a compressione ed a flessione, capacità di resistenza agli agenti atmosferici ed alle sostanze inquinanti, nonché presentare una buona tenacità (resistenza agli urti).

Travertino (termine commerciale)

Roccia sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da impiegare in rivestimenti esterni ed interni, in pavimenti, marcapiani, elementi architettonici in genere; alcune varietà sono lucidabili. È una roccia concrezionata, a struttura microcristallina; la sedimentazione delle concrezioni potrà risultare molto evidenziata da stratificazioni parallele a bande e zonature talvolta anche molto marcate determinate da variazioni di colore e porosità.

Art. 73 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONE E RIVESTIMENTI - GENERALITÀ

Tinte alla calce

Dovranno costituirsi di un'emulsione di calce idrata in fiore o di grassello di calce in cui verranno stemperati pigmenti inorganici naturali a base di terre coloranti, carbonati ed ossidi di ferro l'indurimento e la stabilizzazione della tinta avverrà mediante reazione con anidride carbonica dell'aria che produrrà, con la simultanea cessione di acqua, un calcare similmente a quanto avviene

per gli intonaci di calce area. Per ottenere un'omogenea dispersione dei colori i pigmenti (precedentemente calibrati sulla tinta voluta) dovranno essere prima miscelati a secco e poi, preventivamente, messi in bagno in una quantità d'acqua pari a circa il doppio del loro volume, lasciandoli riposare per ore. I pigmenti, prima di aggiungerli al latte di calce dovranno obbligatoriamente essere passati attraverso un setaccio, in modo da eliminare eventuali grumi. L'aderenza alle malte potrà essere migliorata con additivi quali colle artificiali, animali e vegetali o con limitate quantità di resina acrilica in emulsione acquosa (massimo 5-10%). I suddetti additivi, ovvieranno a difetti come il dilavamento e lo spolverio, aumentando la durata e la resistenza della calce in presenza di inquinamento atmosferico.

Le tinte alla calce potranno essere applicate anche su pareti intonacate di fresco; in questo caso come pigmenti dovranno essere utilizzate terre naturali passate al setaccio. Per interventi conservativi si potrà ricorrere a velature di tinte a calce fortemente stemperate in acqua in modo da affievolire il potere coprente, rendendo la tinta trasparente.

Tinte ai silicati

Dovranno costituirsi di un legante a base di silicato di potassio, di un silicato di sodio o da una miscela di entrambi gli elementi e da pigmenti esclusivamente inorganici (per lo più ossidi di ferro) trattati in maniera da essere stabili all'acidità ambientale. La tinta ai silicati potrà essere stesa, in linea generale, su qualunque tipo di supporto (escluso il gesso in ogni sua forma, intonaco, cartongesso ecc.), purché questo si presenti asciutto e accuratamente spolverato e a patto che si dispongano, a seconda della natura e dello stato di conservazione dello stesso, differenti ed idonei trattamenti preliminari. Per ovviare ai problemi di applicazione legati ai sistemi di coloritura ai silicati non stabilizzati sarà consigliabile l'utilizzo di tinte costituite da silicato di potassio in soluzione stabilizzata ed idrofobizzata. Queste tinte si differenzieranno da quelle tradizionali in quanto conterranno, oltre all'agente silicato di potassio legante, una dispersione sintetica resistente agli alcali, cariche, additivi reologici e antibiodeteriogeni; la quantità totale di sostanze organiche potrà raggiungere al massimo il 5% del peso, con riferimento al peso totale del prodotto finito. La dispersione sintetica contenuta in queste tinte organosilicatiche non darà vita a pellicola e perciò non sarà considerata agente legante. La dispersione sintetica avrà soltanto una funzione reologica e protettiva subito dopo l'applicazione della tinta fino a che la "silicificazione" non progredisce in modo sufficiente. Sovente in questa seconda tipologia di tinta ai silicati non si fa uso di pigmenti bianchi (con elevato potere coprente) di conseguenza risultando semitrasparenti potranno rilevarsi valide alternative alla tinta alla calce specialmente in ambienti esterni particolarmente aggressivi sia dal punto di vista climatico che atmosferico.

Nel caso in cui non si aggiungano i pigmenti queste miscele acquose (massima diluizione 50%) di silicati di potassio in soluzione stabilizzati ed idrofobizzati potranno rilevarsi buoni prodotti impregnanti con funzioni di consolidamento e protezione specialmente per intonaci e laterizi. Di norma il tempo di essiccamento superficiale o al tatto (a +20 °C e 65% di UR) sarà di circa 2 ore, mentre ne occorreranno 24 per l'essiccamento in profondità.

Il legame chimico che si istituirà tra tinta ed intonaco sottostante è stabile, la tintura non risulterà soggetta a degradi di sfogliamento anzi, agirà da consolidamento del supporto. Le caratteristiche che dovranno possedere tali tinte saranno:

- ottima adesione al supporto;

- buona permeabilità al vapore;
- resistenza all'acqua;
- resistenza ai raggi ultravioletti;
- resistenza alle muffe;
- invecchieranno per progressiva erosione e dilavamento superficiale.

Le suddette tinte dovranno essere applicate a temperatura minima +8 °C massima +35 °C; umidità relativa dell'ambiente massima 85% e temperatura del supporto minima +5 °C massima +40 °C.

Art. 74 - MATERIALI DIVERSI (SIGILLANTI, ADESIVI, GEO-TESSUTI, TESSUTI-NON-TESSUTI)

I prodotti del presente articolo, dovranno essere considerati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

Sigillanti

La categoria dei sigillanti comprenderà i prodotti impiegati per colmare, in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale verranno applicati;
- diagramma forza-deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intese come decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche tali da non pregiudicarne la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato allorché il prodotto risponderà agli elaborati di progetto od alle norme UNI 9611, UNI EN ISO 9047, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591, UNI EN ISO 11431, UNI EN ISO 11432, UNI EN 28339, UNI EN 28340, UNI EN 28394, UNI EN 29046, UNI EN 29048 e/o in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si farà rimando ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Geo-tessuti

La categoria dei geo-tessuti comprenderà i prodotti, ottenuti dalla combinazione di fibre di poliestere e caratterizzati da una forte resistenza alla trazione, di norma utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione (interfaccia tra strati archeologici e strati di materiale di riporto), contenimento, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, rinterri di scavi ecc.) ed in coperture ovvero per foderature. Si distingueranno in:

- tessuti (UNI sperimentale 8986): stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);

- non tessuti (UNI 8279): feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si avranno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Tessuti-non-tessuti

Prodotti composti da sottili filamenti di Polipropilene stabilizzato ai raggi U.V., saldati tra loro per termo-pressione. Si presenteranno come teli non tessuti, ma formati da una massa disordinata molto morbida e resistente, traspirante e alcuni potranno essere dotati di una buona permeabilità all'acqua. Nelle grammature medio basse (15-30 g/m²) potranno essere utilizzati per protezione a contatto di reperti mobili.

Art. 75 – MATERIALI PER LA PULIZIA DI MANUFATTI LAPIDEI - GENERALITÀ

La pulitura di una superficie di un manufatto, soprattutto se di valore storico-architettonico, dovrà prefiggersi lo scopo di rimuovere la presenza di sostanze estranee patogene, causa di degrado, limitandosi alla loro asportazione. Il lato estetico e cromatico post-intervento non dovrà incidere sul risultato finale, l'intento della pulitura non dovrà essere quello di rendere "gradevole" l'aspetto della superficie ma, bensì, quello di sanare uno stato di fatto alterato. Saranno, perciò, inutili, nonché dannose, puliture insistenti che potrebbero intaccare la pellicola naturale del materiale formatasi nel corso degli anni, puliture mosse, generalmente, dalla volontà di restituire al materiale il suo aspetto originario. Tenendo conto che anche la risoluzione meno aggressiva causerà sempre una, seppur minima, azione lesiva sul materiale, sarà opportuno ben calibrare l'utilizzo dei singoli prodotti (raccomandazioni NorMaL) che dovranno essere messi in opera puntualmente (mai generalizzandone l'applicazione) e gradualmente, procedendo per fasi progressive su più campioni, in questo modo l'operatore potrà verificare l'idoneità della tecnica prescelta e, allo stesso tempo, definire quando l'intervento dovrà interrompersi.

All'Appaltatore sarà fatto divieto impiegare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Ogni prodotto potrà essere messo in opera previa esecuzione di idonei test-campione eseguiti in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

I prodotti di seguito elencati, (forniti nei contenitori originali e sigillati) saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI vigenti.

Acqua per lavori di puliture

Per la pulitura di manufatti, dovrà essere utilizzata, in generale acqua assolutamente pura, dolce, priva di sali e calcari, con un pH neutro e una durezza inferiore al 2%. Dovranno essere utilizzate: in presenza di calcari teneri acque più dure, acque a grana fine dove si risconteranno problemi di solubilità di carbonato di calcio mentre, per i graniti e le rocce silicate potrà essere utilizzata acqua distillata ovvero deionizzata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide (RSO₃H) e basiche (RNH₃OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non renderà le acque sterili, nel caso in cui sia richiesta sterilità, potranno essere ottenute acque di quel tipo, operando preferibilmente per via fisica.

La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine a scambio ioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro.

Spugne per puliture a secco

Queste spugne specifiche per la pulitura a secco di superfici delicate (affreschi, superfici decorate con graffiti) costituite da una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa (secondo del tipo prescelto), normalmente di colore giallo chiaro, supportata da una base rigida di colore blu. La massa spugnosa dovrà, necessariamente essere esente da ogni tipo di sostanza dannosa, presentare un pH neutro e contenere saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente. L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi mentre non saranno adatte per rimuovere un tipo di sporco persistente (ad es. croste nere) e sostanze penetrate troppo in profondità.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Carta giapponese

Carta molto leggera a base di fibre di riso, dotata di robustezza disponibile in commercio in diversi spessori e pesi minimo 6 gr/m² massimo 110 gr/m². Queste carte serviranno da filtro per operazioni di puliture su superfici delicate o in avanzato stato di degrado, inoltre si rileveranno utili per velature ovvero per operazioni di preconsolidamento.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 15 del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Prodotti chimici

A causa della dannosità e della difficoltà di controllo dell'azione corrosiva innescata dai reagenti chimici dovrà essere cura dell'appaltatore operare con la massima attenzione e cautela, nel pieno rispetto di leggi e regolamenti; l'uso di suddetti prodotti dovrà, pertanto, obbligatoriamente, essere prescritto da specifica autorizzazione della D.L. e circoscritto a quelle zone dove altri tipi di prodotti (ossia di procedure di pulitura) meno aggressivi non siano stati in grado di rimuovere l'agente patogeno.

Se non diversamente specificato, sarà cura dell'appaltatore utilizzare formulati in pasta resi tixotropici da inerti di vario tipo (quali carbossilmetilcellulosa, polpa di carta, argille assorbenti, od altro materiale) che dovranno essere convenientemente diluiti, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L.

Edta bisodico

Sale bisodico chelante si presenta come polvere bianca inodore a pH debolmente acido (pH @ 5) utilizzato per la pulitura di croste nere; particolarmente efficace per le patine a base di solfato, generate da solfatazioni e carbonato di calcio legati alla presenza di scialbi o ricarbonatazioni superficiali. Fondamentalmente è un agente sequestrante ha la proprietà di formare con gli ioni dei metalli, composti di coordinazione molto solubili e stabili, mascherandone la presenza in soluzione.

I principali metalli che potrà “captare” sono, in ordine di affinità, i seguenti: calcio, potassio, sodio, cromo, nichel, rame, piombo, zinco, cobalto, manganese, magnesio.

Edta tetrasodico

Come l'EDTA Bisodico ma meno solubile in acqua e con pH basico (pH @ 11) si rileva più efficace per le patine a base di ossalato (prodotto da certi tipi di licheni o da ossidazione di eventuali materiali organici vari applicati in passato a scopo protettivo o decorativo e, in seguito, ossidati da batteri installatisi sulla superficie) che si concretizzano in patine di vario colore (giallo, rosa, bruno).

Acido citrico

Sale ad azione chelante (più debole dell'EDTA) da utilizzare come sale triammonico per la pulizia di affreschi e superfici policrome.

Carbossimetilcellulosa

Solubile in acqua ed in soluzioni alcaline permette di ottenere liquidi molto viscosi dotati di proprietà addensanti, emulsionanti, detergenti e stabilizzanti. Il miglior modo per preparare una soluzione di carbossimetilcellulosa è quello di versarla lentamente in acqua calda sotto agitazione veloce. La viscosità diminuisce con il riscaldamento per tornare al valore iniziale con il raffreddamento.

Acido poliacrilico

Polimero acrilico per la preparazione di sistemi solvent-gel acquosi ad alta viscosità per la pulitura controllata di strati policromi. I polimeri reticolari dell'acido acrilico ad alto peso molecolare sono usati come agenti addensanti, sospendenti e stabilizzanti. Presenteranno una elevata versatilità di impiego e si rilevano ottimi prodotti per preparazione di gel trasparenti, alcolici e non, con viscosità media o altissima.

Ammina di cocco

Ammina di cocco etossilata per la preparazione di sistemi solvent-gel per la pulitura controllata di strati policromi. Questo prodotto verrà utilizzato nella preparazione del solvent-gel per la proprietà che possiede di neutralizzare la funzione acida dell'acido poliacrilico e, contemporaneamente, di conferire all'addensante anche blande proprietà tensioattive. Dovranno, in ogni caso, essere aggiunte in quantità tale da salificare solo parzialmente l'acido, così da provocarne semplicemente la distensione e da permettere l'addensamento della soluzione.

Ammoniaca

Gas di odore irritante che liquefa a $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$, normalmente commercializzato in soluzioni acquose. L'ammoniaca veicolata con compresse imbevute, stesa a tampone o a pennello potrà essere utilizzata miscelata con acqua o con acqua, acetone ed alcool per la rimozione di sostanze soprammesse di varia natura quali olii, vernici, cere, ridipinture ecc. su strutture in pietra quali marmo, brecce, arenarie, calcari duri e teneri, travertino e tufo.

Enzimi

Composti organici proteici di origine naturale in grado di promuovere reazioni che, in loro assenza, risulterebbero trascurabili. In pratica si tratta di molecole particolarmente selettive nei confronti di un determinato substrato, possono rappresentare una valida alternativa all'utilizzo di acidi e basi

per l'asportazione idrolitica di sostanze filmogene invecchiate quali ridipinture o patinature proteiche, grasse o polisaccaridiche. Una delle caratteristiche principali degli enzimi risiede nell'elevata specificità per il substrato (fondamentale nel restauro di superfici policrome) ovvero un enzima che agisce, in una data reazione, su un determinato fondo, non sarà in grado di catalizzare nessuna altra reazione chimica vale a dire che non potrà modificare una sostanza diversa dal substrato, di conseguenza, l'operazione di pulitura, non potrà intaccare le parti del dipinto non interessate dalla pulitura. La seconda caratteristica esclusiva degli enzimi, è l'alta attività catalitica, ossia limitate molecole enzimatiche sono in grado di operare su quantità di substrato molto maggiori di quelle trasformabili da qualunque altra sostanza, senza perdere l'efficacia. Gli enzimi principalmente utilizzati sono:

- le proteasi capaci di scindere le molecole proteiche idrolizzando i legami peptidici, si rileverà efficace per la rimozione di macchie dovute a colle e gelatine animali, albumine, casine e uovo. Si potrà trovare nelle versioni stabilizzato, con pH acido (pH @ 5) o con pH alcalino (pH @ 8,4) per la rimozione controllata di sostanze proteiche anche su supporti delicati come gli affreschi;
- le lipasi (pH @ 8,4) in grado di sciogliere i grassi catalizzando l'idrolisi dei trigliceridi, si rileverà efficace per la rimozione di sostanze grasse, pellicole a base di olii essiccativi, vernici oleoresinose, cere e resine sintetiche come esteri acrilici e vinilici;
- le amilasi (pH @ 7,2) idrolizzano i legami glucosidici di polisaccaridi quali amido, cellulosa, gomme vegetali;
- saliva artificiale prodotto a base di mucina per la pulitura pittorica superficiale, particolarmente efficace se impiegata come lavaggio intermedio dopo la pulitura con enzimi o con saponi resinosi.

Formulati

Per asportare croste nere di piccolo spessore (1-2 mm) potrà essere utilizzato un preparato così formulato:

- 1000 cc di acqua deionizzata;
- 50 g di carbosilmetilcellulosa (per dare consistenza tixotropica all'impasto);
- 30 g di bicarbonato di sodio (NaHCO_3);
- 50-100 g di EDTA (bisodico).

In alternativa AB 57; formulato messo a punto dall'ICR, dovrà presentare, preferibilmente, un PH intorno a 7,5 (sarà comunque sufficiente che il pH non superi il valore 8 così da eludere fenomeni di corrosione dei calcari e la eventuale formazione di sotto prodotti dannosi). Sarà composto da:

- 1000 cc. di acqua;
- 30 g di bicarbonato d'ammonio (NH_4HCO_3);
- 50 g di bicarbonato di sodio (NaHCO_3);
- 25 g di EDTA (bisodico);
- 10 cc. di desogen (sale d'ammonio quaternario, tensioattivo, fungicida);
- 60 g di carbosilmetilcellulosa.

La quantità di EDTA potrà essere variata e portata, se ritenuto necessario, a 100-125 g.

Alla miscela potranno essere aggiunte ammoniacale (NH_4OH) o trietanolammina ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}_3\text{N}$) allo scopo di facilitare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nell'agente patogeno.

Dietro specifica indicazione della D.L. l'appaltatore potrà, inoltre, impiegare acido cloridrico per l'asportazione di solfato di calcio (rapporto con acqua 1/500); acido fosforico, fluoruri, fosfati e citrati per rimuovere macchie di ruggine su pietre silicee; soluzione satura di fosfato di ammonio (con pH portato a 6) per rimuovere macchie di ruggine su pietre calcaree.

Carbonato e bicarbonato di ammonio

Sali solubili in acqua, utilizzati in percentuali che potranno variare dal 5% al 100%. Detti prodotti, potranno essere utilizzati singolarmente o in composti (ad es., in combinazione con resine a scambio ionico). Sia il carbonato che il bicarbonato di ammonio presenteranno la capacità di decomporsi spontaneamente originando prodotti volatili (di norma questi sali risulteranno attivi per un lasso di tempo di circa 4-5 ore), la liberazione di ammoniaca conferirà al trattamento proprietà detergenti, mentre l'alcalinità (maggiore per il Carbonato che per il Bicarbonato) consentirà una graduale gelificazione di materiale di accumulo e vecchie patine proteiche e lipidiche, consentendone la rimozione dalla superficie. Questi sali eserciteranno, inoltre, un'azione desolfatante, riuscendo a trasformare il gesso, eventualmente presente sul supporto, in Solfato di Ammonio più solubile e facilmente asportabile con lavaggio acquoso. Se il materiale da asportare presenterà un'elevata percentuale di gesso, la concentrazione in acqua del carbonato o bicarbonato dovrà essere di tipo saturo (circa il 15-20% di sale in acqua deionizzata) mentre, per gli altri casi, basterà raggiungere il pH necessario (9 per il carbonato, 8 per il bicarbonato) con soluzioni meno sature (5-7% in acqua deionizzata). L'uso del Bicarbonato d'Ammonio (o di sodio) sarà sconsigliato nel caso di interventi su materiali particolarmente degradati, specie per i marmi (nei quali si può avere una facile corrosione intergranulare e decoesione dei grani di calcite superficiale) e i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 dal presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Tensioattivi e detergenti

Prodotti composti da molecole contenenti un piccolo gruppo polare idrofilo ed una più lunga catena liofila; queste molecole si orienteranno in modo da avere il primo gruppo (quello polare) immerso in acqua e la parte apolare nello strato di sporco. I tensioattivi saranno utilizzati allo scopo di diminuire la tensione superficiale dell'acqua così da aumentarne la "bagnabilità" e, di conseguenza, l'azione pulente. Essi, contrariamente da altre sostanze solubili in acqua, non si distribuiscono con uniformità nella massa ma si raggruppano selettivamente in maniera ordinata alla superficie della soluzione per tanto non richiedono, per essere efficienti, di una grande solubilità in acqua né di raggiungere un'alta concentrazione in tutto il volume.

Il detergente dovrà rispondere a svariate proprietà tra le quali:

- potere bagnante ovvero capacità di ridurre la tensione superficiale dell'acqua, facilitandone la penetrazione;
- potere dissolvente organico ovvero capacità di solubilizzare sostanze organiche (oli, grassi, proteine);
- potere disperdente ovvero capacità di tenere in sospensione le particelle di depositi inorganici non solubilizzati o disgregati;
- potere emulsionante ovvero capacità di emulsionare grassi ed oli;
- potere sequestrante e chelante ovvero capacità di legarsi ai sali di calcio e di magnesio per convertirli in sostanze solubili;
- potere tampone ovvero capacità di mantenere invariato il pH;
- potere battericida ovvero capacità di distruggere i microrganismi;

- potere sciacquante ovvero capacità di un detergente di essere asportato insieme allo sporco senza lasciare alcun residuo;

La sequenza di queste particolarità individuerà anche le fasi in cui si svilupperà l'azione detergente. L'uso di tali prodotti dovrà essere autorizzato dalla D.L. I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 15 del presente Capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine a scambio ionico

Le resine a scambio ionico sono copolimeri stirene funzionanti con gruppi acidi (resine a scambio cationico) o basici (resine a scambio anionico) in grado di "agganciare" le sostanze ioniche presenti nel substrato a cui vengono applicati.

Le resine a scambio cationico (descialbante) funzioneranno come agenti di pulitura nei confronti di scialbature e incrostazioni calcaree di neoformazione "sequestrando" ioni Calcio al supporto cui verrà applicata in modo lento e delicato, garantendo, pertanto, un buon controllo del grado di pulitura.

Le resine a scambio anionico (desolfatante) risulteranno invece attive nei confronti di gesso e solfati su superfici lapidee e affreschi, l'Idrossido di Calcio che viene prodotto da questa reazione reagirà spontaneamente con l'anidride carbonica atmosferica convertendosi in Carbonato di Calcio con conseguente ricomposizione della tessitura carbonatica del substrato e azione consolidante riaggregante.

Questi pulitori saranno applicati in seguito a miscelazione con acqua demineralizzata o distillata in rapporto variabile a seconda sia del prodotto utilizzato sia della consistenza finale (più pastosa da applicare a spatola ovvero più liquida da applicare a pennello) descritta negli elaborati di progetto. Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto dovranno essere utilizzati impasti miscelati entro la stessa giornata lavorativa

Sia le quantità di acqua, ottimali per la consistenza voluta dell'impasto, che la durata ed il numero delle applicazioni dovranno, necessariamente, essere ricercati di volta in volta, a seconda dei problemi di pulitura da affrontare, effettuando prove preliminari di trattamento su zone ridotte e tipologicamente significative delle superfici. I suddetti campioni dovranno essere eseguiti dall'appaltatore sotto stretto controllo della D.L.

I criteri d'accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 15 del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Addensanti e supportanti

Questi prodotti garantiscono la gelificazione del solvente in modo da mantenerlo localizzato sulla superficie del manufatto policromo. In questo modo rendono l'operazione di pulitura più selettiva, e, allo stesso tempo, impediscono la penetrazione del solvente negli strati sottostanti, in più riducono il processo d'evaporazione, diminuendo l'inalazione del solvente da parte dell'operatore. In linea generale gli addensanti dovranno essere lavorati ed applicati a pennello per tempi variabili secondo il caso e rimossi a secco o a tampone leggermente imbevuto di solvente senza lasciare residui dannosi per l'opera. La densità del gel finale sarà controllata dall'operatore a seconda delle esigenze specifiche.

I supportanti fondamentalmente si dividono in due categorie: addensanti cellulosici e solvent-gel. La scelta di gelificare un solvente con un addensante cellulosico anziché per mezzo di solvent-gel potrà discendere da molteplici fattori come ad esempio, l'eventuale presenza di materiali particolarmente sensibili all'acqua renderà gli addensanti cellulosici preferibili ai solvent-gel che, al contrario, risulteranno più idonei (grazie all'azione blandamente tensioattiva) per procedure di pulitura più generiche di superfici pittoriche e non.

Addensanti cellulosici

Supportanti inerti cellulosici agiscono per rigonfiamento diretto della struttura cellulosica da parte del solvente puro o di loro miscele. La metilcellulosa si rileva più adatta per gelificare solventi polari (acqua, alcool ecc.) o miscele di questi, da utilizzarsi in concentrazione dal 2 al 4% p/v. L'etilcellulosa si rileva, invece, più adatta per solventi a polarità medio bassa (clorurati, chetoni, esteri ecc.) o apolari; la percentuale di utilizzo va da il 6% al 10% (p/v) a seconda dei casi.

Idrossi metil-propil cellulosa

Supportante cellulosico di enzimi o gelificazioni di solventi. Agisce da tensioattivo, diminuendo la tensione superficiale dell'acqua ovvero del solvente organico, amplificando il potere bagnante della soluzione e diminuendo il potere penetrante in un corpo poroso o la capacità di risalita capillare. Proprietà: modifica la viscosità di soluzioni, emulsioni e dispersioni acquose ed organiche dando vita a films elastici termoplastici, non appiccicosi, poco sensibili all'umidità da utilizzare per la pulitura di superfici policrome.

Solvent-gel

Sono costituiti da acido poliacrilico e ammina di cocco (art. 15.4 "Prodotti chimici"). L'aggiunta del solvente scelto e di poche gocce d'acqua provocano il rigonfiamento del sistema e la formazione del gel.

Polpa di cellulosa

La polpa di carta ovverosia la pasta di cellulosa dovrà presentare un colore bianco, dovrà essere deresinata e ottenuta da cellulose naturali. Le fibre dovranno presentare un'elevata superficie specifica, ed un'altrettanto elevato effetto addensante, un comportamento pseudoplastico, una buona capacità di trattenere i liquidi e dimostrarsi insolubili in acqua ed in solventi organici. Un chilogrammo di polpa di cellulosa dovrà essere in grado di trattenere circa 3-4 litri di acqua; minore sarà la dimensione della fibra (00, 40, 200, 600, 1000 m) maggiore sarà la quantità di acqua in grado di trattenere.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 15 del presente Capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Argille assorbenti

La sepiolite, ovverosia fillosilicato idrato di magnesio, appartiene al gruppo strutturale della paligorskite, dovrà risultare capace di impregnarsi di oli e grassi senza operare azioni aggressive sulla superficie oggetto di intervento. La granulometria dell'argilla dovrà essere di almeno 100-220 Mesh, dovrà, altrettanto, essere in grado di assorbire una grande quantità di liquidi (110-130%) in rapporto al suo peso (un chilogrammo di sepiolite dovrà risultare capace di assorbire 1,5 kg d'acqua

senza aumentare di volume). Le argille assorbenti, rispetto alla polpa di cellulosa, presenteranno l'inconveniente di sottrarre troppo rapidamente l'acqua dalle superfici trattate. In presenza di pietre molto porose potrà essere indicato ricorrere alla polpa di cellulosa (più facile da rimuovere rispetto alle argille).

I suddetti prodotti dovranno essere preparati diluendoli esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere un "fango" a consistenza pastosa (con notevoli caratteristiche tixotropiche) in modo da consentirne la lavorazione in spessori di 2-3 cm.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 15 del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Impacchi biologici

Sono impasti da utilizzare su manufatti lapidei delicati o particolarmente decoesi, posti all'esterno, su quali non sarà possibile eseguire puliture a base di acqua nebulizzata senza arrecare ulteriori danni. I suddetti impacchi dovranno essere a base di argille assorbenti, contenenti prodotti a base ureica così composti:

- 1000 cc di acqua;
- 50 g di urea $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$;
- 20 cc di glicerina $(\text{CH}_2\text{OH})_2\text{CHOH}$.

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2 cm da coprire con fogli di polietilene. I tempi di applicazione saranno stabiliti dall'appaltatore sotto il controllo della D.L. in base a precedenti prove e campionature.

Apparecchiatura laser

L'apparecchiatura selettiva Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) ad alta precisione è utile per asportare depositi carbogessosi da marmi e da materiali di colore chiaro, oltre che depositi e patine superficiali da legno, bronzo, terrecotte ed intonaci.

Lo strumento sarà principalmente composto da due elementi: il gruppo laser ed il gruppo di raffreddamento. Il gruppo laser se separato dal gruppo di raffreddamento, dovrà essere allocato in idonea struttura concepita appositamente per le condizioni di cantiere (dotazione di ruote con gomme gonfiabili, anello di sollevamento ecc.).

Il raggio, secondo il tipo di apparecchio, potrà essere condotto sulla superficie da pulire utilizzando un braccio meccanico snodato (dotato, all'interno degli snodi, di una serie di specchi) della lunghezza di circa 2 m terminante con un utensile che l'operatore governa a mano per indirizzare il raggio sulla superficie o un sistema a fibre ottiche che conducono il raggio sino ad una pistola che verrà utilizzata direttamente dall'operatore (la distanza tra apparecchio e superficie dipenderà dalla lunghezza delle fibre ottiche utilizzate, normalmente si aggirerà sui 10-15 m); su questa sorta di pistola dovranno essere posizionati i sistemi di regolazione dell'emissione laser (più precisamente la regolazione dell'emissione di energia, la modulazione della frequenza di emissione graduabile in termini di colpi al secondo, e la focalizzazione del raggio sulla superficie del manufatto da pulire). L'apparecchio dovrà, in ogni caso, possedere buone doti di maneggevolezza, avere la possibilità di poter utilizzare diverse lunghezze d'onda (oltre alla classica 1064 anche 532, 355, 266 mm), di regolare l'emissione di energia per impulso (di norma variabile da 80 mJ a 900 mJ), la modulazione delle frequenze di emissione degli impulsi (di norma 1/2/5/10/20/50 Hz), la focalizzazione del raggio sulla superficie del manufatto da pulire.

Le apparecchiature laser potranno utilizzare essenzialmente due diversi regimi di funzionamento che corrisponderanno a diverse durate temporali di impulso:

- modalità Q-Swicking ad impulso corto (4-10 ns) atto alla rimozione diretta del deposito;
- modalità Free Running con impulso lungo (200-1000 ms) con energie incidenti controllate, atte semplicemente a staccare il deposito dal substrato, da rimuovere successivamente con altre tecniche (bisturi).

Apparecchi di nuova generazione o in via di sperimentazione si collocano in una regione di durata di impulso intermedia ovvero short free running.

L'apparecchiatura dovrà, essere esclusivamente utilizzata da personale altamente specializzato in grado di valutare attentamente i risultati ottenuti, eventualmente variando di volta in volta i parametri esecutivi ed applicativi (lunghezza d'onda, durata, ripetizione degli impulsi, energia del flusso, sezione trasversale, convergenza del fascio). In questo modo il laser potrà essere tarato in modo da ottenere risultati specifici (autolimitazione, selettività, discriminazione).

Biocidi

Prodotti da utilizzarsi per l'eliminazione di muschi e licheni. I suddetti prodotti dovranno, necessariamente, essere utilizzati con molta attenzione e cautela, dietro specifica indicazione della D.L. e solo dopo aver eseguito accurate indagini sulla natura del terreno e sul tipo di azione da svolgere oltre naturalmente all'adozione di tutte le misure di sicurezza e protezione degli operatori preposti all'applicazione del prodotto. Questi prodotti potranno presentare, a seconda dei casi e delle indicazioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- azione selettiva e limitata alla specie da eliminare;
- tossicità limitata verso l'ambiente così da non alterare per tempi prolungati l'equilibrio del terreno interessato dall'azione disinfettante;
- atossicità nei riguardi dell'uomo;
- totale assenza di prodotti o componenti in grado di danneggiare l'organismo murario ovvero le porzioni intonacate;
- limitata durata dell'attività chimica;
- totale assenza di fenomeni inquinanti nei confronti delle acque superficiali e profonde.

Per indicazioni inerenti la scelta dei metodi di controllo del biodeterioramento si rimanda a quanto enunciato nel documento NorMaL 30/89, mentre per ulteriori informazioni sulla caratterizzazione, sull'efficacia e sul trattamento dei biocidi si rimanda a quanto enunciato nei documenti NorMaL 35/91, 38/93, 37/92.

Alghicidi, battericidi, fungicidi

COMPOSTI INORGANICI

- Perossido di idrogeno (acqua ossigenata) utilizzato a 120 volumi risulterà adatto per sopprimere alghe e licheni su apparecchi murari. Presenta forti capacità ossidanti; potrà essere causa di sbiancamenti del substrato, ed agirà esclusivamente per contatto diretto. La sua azione non durerà nel tempo.
- Ipoclorito di sodio (varechina) utilizzato in soluzione acquosa al 2%-7% per asportare alghe e licheni. La varechina potrà essere causa di sbiancamenti del materiale lapideo; inoltre, se non verrà interamente estratta dal materiale lapideo ne potrà determinare l'ingiallimento.

COMPOSTI ORGANICI

Formalina soluzione acquosa di aldeide formica, disinfettante utilizzato in soluzione acquosa al 5% per irrorare superfici attaccate da alghe verdi licheni e batteri.

COMPOSTI FENOLICI E DERIVATI

- Orto-fenil-fenolo (OPP) ed i suoi sali sodici (OPPNa) sono attivi su un largo spettro di alghe, funghi e batteri; la loro tossicità potrà ritenersi tollerabile. L'orto-fenil-fenolo risulterà preferibile poiché presenterà una minore interazione con il supporto.
- Di-clorofene prodotto ad amplissimo spettro, con tossicità molo bassa, non presenterà interazioni con il supporto anche se organico.
- Penta-clorofenolo (PCP) ed i suoi sali sodici (PCPNa) utilizzati in soluzioni acquose all'1% presentano un largo spettro. La loro tossicità è al limite della tolleranza; la loro interazione con il supporto potrà determinare l'annerimento del legno ed il mutamento cromatico dei pigmenti basici.

COMPOSTI DELL'AMMONIO QUATERNARIO

Derivati dell'ammonio quaternario (come il Benzetonio cloruro) da utilizzare in soluzione dal 2-4% in acqua demineralizzata per la disinfestazione di alghe, muschi e licheni, anche se per questi ultimi la sua efficacia risulterà, talvolta, discutibile. La miscelabilità in acqua del prodotto permette un elevato potere di penetrazione e di assimilazione dei principi attivi da parte dei microrganismi eliminandoli e neutralizzando le spore. Il benzetonio cloruro è di fatto un disinfettante germicida con spettro d'azione che coinvolge batteri, lieviti, microflora ed alghe. La sua azione risulterà energica ma non protratta nel tempo, in quanto non sarà in grado di sopprimere le spore; l'eventuale presenza di nitrati ne ridurrà considerevolmente l'efficienza. Potrà essere utilizzato sia su pietra che su superfici lignee.

ERBICIDI

Il controllo dello sviluppo della vegetazione infestante superiore potrà essere assicurato solo utilizzando prodotti che interverranno sulla fotosintesi, tali composti potranno, talvolta, essere indicati anche per la soppressione di certi tipi di alghe. Per la rimozione di vegetazione inferiore e superiore su apparecchi murari, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, dovranno essere preferiti erbicidi non selettivi (ovvero che impediscano qualsiasi sviluppo vegetale) a base nitro-organica.

- Solfato di ammonio prodotto da impiegare per il trattamento puntuale delle radici degli alberi così da trattenerne lo sviluppo.
- Fluometuron da impiegare contro muschi e licheni in soluzioni acquose al 2%.
- Simazina prodotto antigermitivo di preemergenza da utilizzare per impedire la crescita di vegetazione superiore, licheni e muschi presenta una azione preventiva per circa 1-2 anni. Da utilizzare preferibilmente in area archeologica.
- Picloram erbicida non selettivo da impiegare per il controllo della vegetazione, dovrà, pertanto, essere impiegato con estrema cautela e solo dietro specifica indicazioni della D.L. e degli organi di tutela del bene oggetto di trattamento.
- Glyfosato diserbante sistematico da utilizzare per sopprimere licheni e piante superiori in soluzioni acquose al 2%. È l'unica molecola in grado di devitalizzare alla radice infestanti come gramigna e rovo. Dovrà essere applicato nel momento di massimo rigoglio vegetativo. Non presenterà, una volta terminato il trattamento, composti residui.

Tabella 14.1 Tabella riassuntiva dei biocidi e dei loro campi di applicazione

Biocidi	Alghe	Licheni	Funghi	Batteri	Piante

Perossido di idrogeno	+++	++	-	++	-
120 vol.					
Benzetonio cloruro	+++	++	-	++	-
Di-clorofene	+++	++	+	-	-
Penta-clorofenolo	+++	-	++	++	-
Formalina	+++	+++	++	+++	+
Fluometuron	+++	++	++	-	-
Simazina	-	++	+++	-	+++
Gliofosato	-	+++	-	-	+++

I criteri d'accettazione dei biocidi dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. 76 – MATERIALI IMPREGNANTI - GENERALITÀ

La procedura di impregnazione dei materiali costituenti le superfici esterne dei fabbricati sarà rivolta a tutelare le strutture architettoniche (ovvero archeologiche) da attacchi da agenti patogeni siano essi di natura fisica (che si otterrà mediante il consolidamento dei supporti al fine di accrescere o fornire quelle capacità meccaniche di resistenza al degrado che non hanno mai posseduto o che, col trascorrere del tempo, si sono indebolite) che chimica (che si effettuerà mediante idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche). I "prodotti" da utilizzarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzati quali pre-consolidanti, consolidanti e protettivi. All'appaltatore sarà, vietato utilizzare prodotti impregnanti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, nonché fare uso generalizzato delle suddette sostanze. Ogni prodotto potrà essere utilizzato previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

La scelta dei suddetti prodotti dovrà riferirsi alla natura e alla consistenza delle superfici che potranno presentarsi: privi di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace ovvero con pietra a vista tenera e porosa; privi di rivestimento in cotti a vista albi e porosi, mezzanelli (dolci o forti) o ferrioli; esenti di rivestimento in calcestruzzo; rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori di restauro o, infine, rivestite con intonaco e coloriture preesistenti al restauro.

Altri fattori che dovranno influenzare la scelta delle sostanze impregnanti dovranno essere quelli risultati a seguito della campagna diagnostica condotta, necessariamente, dall'appaltatore secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NorMaL e da quanto indicato dalla D.L. Ogni fornitura dovrà, in ogni caso, essere sempre accompagnata da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad eseguire. In specifico, le peculiarità richieste, in relazione al loro utilizzo, saranno le seguenti:

- atossicità;
- elevata capacità di penetrazione;
- resistenza ai raggi U.V.;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- assenza di sottoprodotti di reazione dannosi;
- comprovata inerzia cromatica (comunque da verificarsi in fase applicativa);

- traspirabilità al vapor d'acqua;
- assenza di impatto ambientale;
- sicurezza ecologica;
- soddisfacente compatibilità fisico-chimica con il materiale da impregnare;
- totale reversibilità dalla reazione di indurimento;
- facilità di applicazione;
- solubilizzazione dei leganti.

I prodotti di seguito elencati (forniti nei contenitori originali e sigillati), saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento alle norme UNI vigenti.

Impregnanti per il consolidamento

I prodotti impregnati da impiegarsi per il consolidamento e/o la protezione dei manufatti architettonici od archeologici, salvo eventuali prescrizioni o specifiche inerenti il loro utilizzo, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in situ o in laboratorio:

- elevata capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante;
- resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali;
- spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto di intervento senza dar vita a sottoprodotti di reazione pericolosi (quali ad es. sali superficiali);
- capacità di fare traspirare il materiale così da conservare la diffusione del vapore;
- penetrazione in profondità così da evitare la formazione di pellicole in superficie;
- "pot-life" sufficientemente lungo tanto da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata;
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto.

I prodotti consolidanti più efficaci per materiali lapidei (naturali ed artificiali) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici, dei composti a base di silicio e dei composti inorganici la scelta sarà in ragione alle problematiche riscontrate.

Composti organici

A differenza dei consolidamenti inorganici, che basano il loro potere consolidante sull'introduzione nel materiale di molecole simili a quelle del substrato lapideo naturale o artificiale con il quale devono legarsi, i consolidamenti organici eserciteranno la loro azione mediante un elevato potere adesivo, capace di saldare tra loro i granuli decoesi del materiale lapideo.

Questi composti, in gran parte dotati anche di proprietà idrorepellente e quindi protettive, saranno per lo più polimeri sintetici noti come "resine" le quali opereranno introducendosi all'interno del sistema capillare dei materiali dove si deporranno successivamente all'evaporazione del solvente (soluzione) o del veicolo (emulsioni) che le racchiude, dando vita ad una rete polimerica che circonda le particelle.

I suddetti composti potranno essere termo-plastici o termo-indurenti: i primi sono costituiti da singole unità polimeriche (sovente con struttura quasi lineare) non stabilmente legate una con l'altra ma connesse solo da deboli forze. Tali polimeri garantiranno una buona reazione ad urti e vibrazioni, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale; manterranno, inoltre, una certa solubilità che

ne garantirà la reversibilità, saranno, in genere adoperati per materiali lapidei, per le malte e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli); la loro applicazione avverrà distribuendo una loro soluzione (ovvero anche un'emulsione acquosa) magari associando altri componenti (tensioattivi, livellanti ecc.), la successiva evaporazione del solvente lascerà uno strato più o meno sottile di materiale consolidante. I polimeri termoplastici risulteranno spesso solubili in appropriati solventi (sovente funzionalizzanti come chetoni, idrocarburi clorurati, aromatici ecc.) e potranno essere, all'occorrenza plasmati attraverso un idoneo riscaldamento.

I prodotti termoindurenti (costituiti da catene singole che però sono in grado di legarsi fortemente tra loro dando vita ad una struttura reticolare che interessa tutta la zona di applicazione) avranno, al contrario, solubilità pressoché nulla, risulteranno irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi U.V.; saranno, di norma, impiegati come adesivi strutturali. Al fine di migliorare il grado di reticolazione e di conseguenza le caratteristiche di aderenza può risultare utile operare una preliminare operazione di deumidificazione del supporto di applicazione.

Resine acriliche

Le resine acriliche sono composti termoplastici ottenuti dalla polimerizzazione di esteri etilici e metilici dell'acido acrilico e dell'acido meacrilico. Le caratteristiche dei singoli prodotti variano entro limiti abbastanza ampi in relazione al monomero (ovvero ai monomeri, se copolimeri) di partenza e la peso molecolare del polimero. La maggior parte delle resine acriliche liberano i solventi con una certa difficoltà e lentezza, pertanto un solvente ad evaporazione rapida come l'acetone (in rapporto 1:1), fornisce, generalmente, risultati migliori rispetto ad altri solventi tipo toluolo e xilolo (che inoltre presentano un grado di tossicità più elevato). Questa classe di resine presenterà una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento. Il loro potere adesivo è buono grazie alla polarità delle molecole, ma essendo polimeri termoplastici, non potranno essere utilizzati come adesivi strutturali; il limite risiede nella scarsa capacità di penetrazione, sarà, infatti, difficile raggiungere profondità superiori a 0,5-1 cm (con i solventi alifatici clorurati si possono ottenere risultati migliori per veicolare la resina più in profondità). Possiedono in genere buona idrorepellenza che tenderà, però a decadere nel tempo; se il contatto con l'acqua si protrarrà per tempi superiori alle 90 ore, inoltre, sempre in presenza di acqua, tenderanno a dilatarsi pertanto, risulteranno adatte per superfici interne o quantomeno per superfici non direttamente esposte agli agenti atmosferici.

Resine acriliche solide: tra le resine acriliche da utilizzare in soluzione, se non diversamente specificato da indicazioni di progetto, si può ricorrere ad una resina acrilica solida a base di Etilmetacrilato/metil-acrilato fornita in scaglie diluibile in vari solventi organici tra i quali i più usati sono diluente nitro, acetone, clorotene, sarà anche miscibile con etanolo con il quale formerà una soluzione lattiginosa e film completamente trasparente. Questa resina grazie all'eccellente flessibilità, trasparenza, resistenza agli acidi, agli alcali, agli oli minerali, vegetali e grezzi, alle emanazioni dei prodotti chimici ed al fuoco può essere impiegata per il consolidamento di manufatti in pietra, legno, ceramica e come fissativo ed aggregante superficiale di intonaci ed affreschi interni. In linea generale la preparazione della soluzione dovrà seguire i seguenti passaggi: unire per ogni litro di solvente scelto dalla D.L. a seconda del tipo di intervento, da 20 fino a 300 g di resina solida, in un contenitore resistente ai solventi. Il solvente dovrà essere messo per primo nel recipiente di diluizione e mentre verrà tenuto in agitazione, si inserirà gradualmente la resina fino a perfetta soluzione. Sarà consigliabile tenere in agitazione la miscela ed operare ad una temperatura di oltre 15°C così da evitare che i tempi di dissoluzione siano troppo lunghi. Dovranno, inoltre, essere evitate

le soluzioni superiori al 30% perché troppo vischiose. Se richiesta dagli elaborati di progetto potranno essere aggiunti nella soluzione quali agenti opacizzanti: cera microcristallina (fino al 47% del solido totale) o silice micronizzata (fino al 18% del solido totale). Orientativamente le percentuali di resina utilizzate p/v potranno essere: 2-5% per il preconsolidamento di elementi lapidei; 10% per il consolidamento del legno e per la verniciatura fissativa a spray di dipinti; 20% per il fissaggio di frammenti di pietra, stucco decoeso, tessere di mosaico ecc. mediante fazzoletti di garza di cotone; 30% per il fissaggio di scaglie in pietra o laterizio.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine epossidiche

A questa categoria appartengono prodotti a base di resine epossidiche liquide che presenteranno le seguenti caratteristiche: bassa viscosità, elevato residuo secco, esenti da solventi con reattività regolare, polimerizzabile a temperatura ambiente (12-15 °C) ed in presenza di umidità. Questa classe di resine presenterà, inoltre, elevate caratteristiche di resistenza chimica (soprattutto agli alcali), meccanica e di adesione così da consentire il ripristino dell'omogeneità iniziale delle strutture lesionate. L'applicazione potrà avvenire a pennello, a tampone, con iniettori in ogni caso sotto stretto controllo dal momento che presenteranno un limitato pot-life. L'elevate caratteristiche meccaniche (in genere non compatibili con i materiali lapidei), la bassa permeabilità al vapore, il rapido invecchiamento con conseguente ingiallimento se esposte ai raggi U.V. non rende questo tipo di resine particolarmente adatto per superfici di materiali porosi quali pietra, legno, cotto, malta. Il loro impiego dovrà, pertanto, essere attentamente vagliato dall'appaltatore e sempre dietro specifica richiesta della D.L. orientativamente potranno essere messe in opera per il consolidamento/protezione di manufatti industriali, di superfici in cls e di costruzioni sottoposte ad un forte aggressione chimica.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da foglio apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine fluorurate (perfluoropolietteri ed elastomeri fluorurati)

Prodotti a doppia funzionalità, adatti come protettivi idro ed oleorepellenti i perfluoropolietteri, come aggreganti superficiali-protettivi per materiali lapidei porosi gli elastomeri fluorurati. Sono prodotti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già pre-polimerizzati, pertanto il prodotto mantiene costanti nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche, assicurando un protezione costante contro l'invecchiamento oltre alla reversibilità del trattamento. Questi composti presenteranno sia discrete doti di aggreganti superficiali, utili per il preconsolidamento di materiali decoesi come marmi, pietre, laterizi ed intonaci (anche se non potranno essere considerati veri e propri consolidanti nonostante presentino il vantaggio di creare una struttura "non rigida" attorno ai granuli degradati della pietra eludendo, in questo modo, le tensioni dovute a sbalzi termici e ai differenti coefficienti di dilatazione termica dei materiali), sia, soprattutto, doti protettive idrofobizzanti: risulteranno permeabili al vapore d'acqua, completamente reversibili (anche quelli dotati di gruppi funzionali deboli di tipo ammidico) in

acetone anidro o altro solvente impiegato per l'applicazione e stabili ai raggi U.V. Generalmente, saranno disciolte in solventi organici (ad es. acetone, acetato di butile ecc.) dal 2-3% fino al 7-10% in peso (la viscosità elevata consiglia tuttavia di utilizzare soluzioni a basse concentrazioni ad es., al 3% in 60% di acetone e 37% di acetato di butile) e potranno essere applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine acril-siliconiche

Classe di prodotti a base di resine acriliche e siliconiche che, combinando le caratteristiche di entrambe le sostanze, risultano in grado di assolvere sia la funzione consolidante riaggregante (propria della resina acrilica), sia quella protettiva idrorepellente (propria di quelle siliconiche); inoltre, grazie alla bassa viscosità del composto, l'impregnazione, rispetto alle resine acriliche, avverrà più in profondità (fino a 4-5 cm). Disciolte in particolari solventi organici risulteranno particolarmente indicate per interventi di consolidamento su pietra calcarea, arenaria, per superfici intonacate di varia natura, su mattoni in laterizio, su marmi e manufatti in gesso, elementi in cemento, opere in cemento armato e legno dolce e duro purché ben stagionato ed asciutto. Questo specifico tipo di resina trova particolare utilizzo in presenza di un processo di degrado provocato dall'azione combinata da aggressivi chimici ed agenti atmosferici: la resina penetrando nel manufatto, lo consoliderà senza togliergli la sua naturale permeabilità al vapore acqueo e, formando un sottilissimo velo superficiale, lo proteggerà rendendolo idrorepellente e resistente all'azione degli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti.

Le resine acril-siliconiche dovranno essere utilizzate con idonei solventi organici (di natura preponderalmente polari al fine di favorirne la diffusione) prescritti dal produttore o indicati dalla D.L. così da garantire una bassa viscosità della soluzione (25 ± 5 mPas a 25 °C), il residuo secco garantito dovrà essere di almeno il 10%. L'essiccamento del solvente dovrà avvenire in maniera estremamente graduale in modo da consentire la diffusione del prodotto per capillarità anche dopo le 24 ore dalla sua applicazione.

Questa tipologia di resine non solo dovrà essere applicata su superfici perfettamente asciutte ma non potrà avere neanche in fase di applicazione (durante la polimerizzazione e/o essiccamento del solvente) contatti con acqua poiché questo fattore potrebbe comportare la formazione di prodotti secondari dannosi pertanto, dovrà essere cura dell'appaltatore proteggere tempestivamente dalla pioggia la superficie trattata prima, durante e dopo l'operazione di consolidamento. Al fine di evitare che il consolidante emetta il solvente troppo rapidamente e di conseguenza dia vita ad un film o una crosta sulla superficie del manufatto non sarà consentito operare con alte temperature (condizioni ottimali 15-25 °C) o con diretto irraggiamento solare.

La suddetta resina dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- elevata penetrazione;
- elevata traspirabilità;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- nessuna variazione ai raggi U.V.;
- impermeabile all'acqua;
- permeabile al vapore;

- essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici (così da eliminare i fenomeni di decoesione);
- non ingiallirsi nel tempo.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine poliuretaniche

Prodotti termoplastici o termoindurenti; in relazione ai monomeri utilizzati in partenza, presenteranno buone proprietà meccaniche, buona adesività ma bassa penetrabilità. Il prodotto dovrà possedere un'accentuata idrofilia in modo da garantire la penetrazione per capillarità, anche su strutture murarie umide inoltre, dovrà essere esente da ingiallimento (non dovranno pertanto contenere gruppi aromatici), presentare un basso peso molecolare, un'elevata resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi U.V., un residuo secco intorno al 3%, un indurimento regolabile fino a 24 ore posteriore all'applicazione nonché una reversibilità entro le 36 ore dall'applicazione.

Sovente si potranno utilizzare in emulsione acquosa che indurrà rapidamente dopo l'evaporazione dell'acqua. Messe in opera per mezzo di iniezioni, una volta polimerizzate, le resine poliuretaniche dovranno trasformarsi in schiume rigide, utili alla stabilizzazione di terreni all'isolamento delle strutture dagli stessi, a sigillare giunti di opere in cls, e a risarcire fessurazioni nelle pavimentazioni e nelle strutture in elevazione sia di cemento armato sia in muratura. Queste resine, oltre che come consolidanti, potranno essere adoperate come protettivi e impermeabilizzanti: utilizzando l'acqua come reagente, si rileveranno confacenti per occlusioni verticali extramurari contro infiltrazioni. Questa classe di resine potrà essere considerata una buona alternativa alle resine epossidiche rispetto alle quali presentano una maggiore flessibilità ed una capacità di indurimento anche a 0 °C. I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Composti a base di silicio

Estere etilico dell'acido silicico (silicati di etile)

Sostanza monocomponente fluida, incolore, a bassa viscosità, dovrà essere applicata in diluizione in solventi organici in percentuali (in peso) comprese fra 60% e 80%. Al fine di stabilire la quantità di prodotto da utilizzare si renderanno necessari piccoli test da eseguirsi su superfici campioni. Questi test serviranno, inoltre, da spia per determinare l'eventuale alterazione dell'opacità della pietra e della sua tonalità durante e subito dopo il trattamento. Precipita per idrolisi, dando alcool etilico come sottoprodotto; è una sostanza bassomolecolare a base inorganica in solvente organico. Ha una bassissima viscosità, per cui penetra in profondità anche in materiali poco porosi, è applicabile a pennello, a spruzzo con irroratori a bassa pressione, a percolazione. Il materiale da trattare va completamente saturato sino a rifiuto; il trattamento potrà essere ripetuto dopo 2 o 3 settimane. Il supporto dovrà essere perfettamente asciutto, pulito e con una temperatura tra i 15 e i 20 °C.

Questo tipo di consolidante si rivelerà molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non verrà alterato dai raggi ultravioletti, e presenterà il vantaggio di possedere un elevato potere legante (dovuto alla formazione di silice amorfa idrata) soprattutto nei confronti di

materiali lapidei naturali contenenti silice anche in tracce, quali arenarie, i tufi, le trachiti, ma anche su altri materiali artificiali quali i mattoni in laterizio, le terracotte, gli intonaci, gli stucchi, risultati positivi potranno essere ottenuti anche su materiali calcarei. Tale prodotto non risulta idoneo per il trattamento consolidante del gesso o di pietre gessose. Tra l'estere etilico dell'acido silicico e l'acqua che aderisce alle pareti dei capillari avviene una reazione che darà luogo alla formazione di gel di silice ossia un nuovo legante; come sottoprodotto si formerà alcol etilico che si volatilizzerà. La reazione chimica di consolidamento si completa entro circa 21-28 giorni dall'applicazione in condizioni normali (20 °C e 40-50% di umidità relativa).

Il consolidamento con silicato di etile dovrà rispondere ai seguenti requisiti fondamentali:

- prodotto monocomponente non tossico e di facile applicazione
- ottima penetrazione nel supporto lapideo da trattare, dovuta al suo basso peso molecolare e alla scelta della miscela solventi;
- essiccamento completo senza formazione di soste secondarie appiccicose e di conseguenza nessuna adesione di depositi;
- formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi al materiale trattato;
- formazione di un legante minerale, stabile ai raggi U.V., e affine al materiale lapideo;
- impregnazione senza effetto filmogeno di conseguenza il materiale lapideo trattato dovrà rimanere permeabile al vapore;
- assenza di variazioni cromatiche dei materiali lapidei trattati;
- il legante formatosi (SiO_2) si presenterà resistente agli acidi e pertanto resisterà alle piogge ed alle condense acide.

L'impregnazione con silicato di etile dovrà essere evitata (se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto) nel caso in cui: il materiale da trattare non risultasse assorbente, in presenza sia di elevate temperature

(> 25 °C) che di basse temperature (< 10 °C), con U.R. non > 70% e, se si tratta di manufatto esposto a pioggia, nelle quattro settimane successive al trattamento per questo, in caso di intervento su superficie esterne, si renderà necessario la messa in opera di appropriate barriere protettive.

In caso di sovradosaggio sarà possibile asportare l'eccesso di materiale, prima dell'indurimento, con tamponi imbevuti di solventi organici minerali. Alcuni esteri silicici, miscelati con silossani, conferiscono una buona idrorepellenza al materiale trattato.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Composti inorganici

Presentano, generalmente, una grande affinità con i materiali da trattare; risulteranno duraturi, ma irreversibili e poco elastici. La loro azione avverrà tramite l'infiltrazione, in forma liquida, nel materiale oggetto del trattamento dove, per evaporazione del veicolo, la componente minerale del composto, precipitando, darà vita ad una rete che si legherà alle particelle minerali circostanti. Le caratteristiche fisico-chimiche del legame saranno, quindi, simili (anche se non sempre uguali) a quelle del legante perduto o degradato.

A seguito all'uso dei consolidanti inorganici potranno insorgere i seguenti inconvenienti: scarsa penetrazione all'interno del materiale lapideo da trattare (potrà provocare il distacco della crosta superficiale alterata e consolidata), scarsa resistenza agli stress meccanici (imputabile alla loro

rigidità e fragilità), scarsa efficienza se la pietra risulterà totalmente decoesa da presentare fratture con distanze fra i bordi superiori a 100 micron.

Idrossido di calce (calce spenta)

La calce applicata alle malte aeree (ovvero sugli intonaci) e alle pietre calcaree in forma di latte di calce penetra nei pori riducendone il volume; aderendo alle superfici dei minerali componenti, dovrebbe presentare la capacità di risaldarli tra loro. Il Carbonato di Calcio di neoformazione¹⁰, non eserciterà, tuttavia, la stessa azione cementante avvenuto durante il lento processo di carbonatazione della calce pertanto, la similitudine tra processo naturale e la procedura di consolidamento si limiterà ad essere un'affinità chimica.

Questo tipo di trattamento potrà presentare l'inconveniente di lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto (ovvero se previsto un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce ad es., scialbatura), dovranno essere rimossi. In linea di massima, il consolidamento a base d'Idrossido di Calcio potrà essere applicato su intonaci debolmente degradati, situati in luoghi chiusi o sottoposti a limitate sollecitazioni termiche e, in ogni modo, al riparo da acque ruscellanti e cicli di gelo/disgelo.

I criteri di accettazione dovranno essere quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Idrossido di bario (barite)

L'idrossido di Bario potrà essere utilizzato su pietre calcaree chiare e per gli interventi indirizzati a porzioni di intonaco dipinte a buon fresco di dimensioni ridotte quando vi sia l'esigenza di neutralizzare prodotti gessosi di alterazione. I vantaggi di questo prodotto sono sostanzialmente relativi al legante minerale, che verrà introdotto nel materiale e nella desolfatazione che converte il CaSO_4 (altamente solubile) in BaSO_4 (insolubile)¹¹.

La porosità del materiale potrà essere ridotta solo parzialmente con il vantaggio nei riguardi dei meccanismi di alterazione legati all'assorbimento di acqua, ma non darà vita ad uno strato esterno impermeabile al vapore acqueo. Una controindicazione all'impiego di questo trattamento sarà rappresentata dal pericolo di sbiancamenti delle pietre o dei materiali scuri e nella formazione di patine biancastre superficiali, dovute alla precipitazione del Carbonato di Bario¹² causata dall'eventuale apporto diretto d'anidride carbonica. Questo "inconveniente" potrà essere facilmente evitato eliminando l'eccesso di Idrossido di Bario dalla superficie esterna dell'oggetto prima che precipiti il Carbonato di Bario. Sarà sconsigliato l'uso su materiali ricchi, oltre che di gesso, di altri sali solubili in modo da evitare possibili combinazioni che potrebbero produrre azioni degradanti. Il trattamento con Idrossido di Bario viene spesso effettuato attraverso l'applicazione di soluzioni al 5-6% di sale in acqua demineralizzata supportate in forma di impacco in polpa di cellulosa per tempi variabili da caso a caso (dalle dodici alle quarantotto ore a seconda della permeabilità del substrato). L'elevata alcalinità ne impedisce l'applicazione in corrispondenza di pigmenti a base di rame, di lacche, e di leganti organici, materiali altamente sensibili a variazioni di pH.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da

apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Impregnanti per la protezione e l'impermeabilizzazione

Tali prodotti andranno applicati, solo in caso di effettivo bisogno, su murature e manufatti eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali. Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C. Si potranno applicare a pennello, ad airless, per imbibizione completa e percolamento. Gli applicatori dovranno agire con la massima cautela, dotati di adeguata attrezzatura protettiva, nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione.

I prodotti utilizzabili per i trattamenti di protezione, di norma, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in laboratorio o direttamente in cantiere:

- basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione;
- buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici;
- buona resistenza chimica in ambiente alcalino;
- assenza di effetti collaterali e della formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali);
- perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori;
- respirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%;
- non tossicità.

I protettivi più efficaci per i materiali lapidei (naturali ed artificiali tipo intonaci e cotti) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici e dei composti a base di silicio, la scelta sarà in ragione alle problematiche riscontrate. Sarà sempre opportuno, ad applicazione, avvenuta, provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia.

Composti organici

Resine fluorurate

Per le caratteristiche di questa resina si rimanda all'articolo precedente. I criteri di accettazione saranno, in ogni caso, quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine acril-siliconiche

Per le caratteristiche di questa resina si rimanda all'articolo precedente. I criteri di accettazione saranno, in ogni caso, quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Resine poliuretaniche

Per le caratteristiche di questa resina si rimanda all'articolo precedente. I criteri di accettazione saranno, in ogni caso, quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

*Composti a base di silicio**Silani*

Più precisamente alchil-alcossi-silani monomeri che date le ridotte dimensioni delle molecole (uguali a quelle dell'acqua), presenteranno ottima penetrabilità e saranno capaci di idrofobizzare i capillari più piccoli e di opporre resistenza alla penetrazione dei cloruri e dei sali solubili. Presenteranno la capacità di trattare superfici umide grazie alla possibilità di solubilizzazione in solventi polari quali alcoli ed acqua; generalmente utilizzati su supporti alcalini e silicei, risultano perciò convenienti su oggetti in cotto, materiali lapidei, tufo, intonaci in malta bastarda, mattoni crudi ecc.; il loro uso sarà sconsigliato su marmi carbonatici e intonaci di calce aerea. Normalmente saranno utilizzati in soluzioni di solvente con concentrazione in secco variabile dal 20% al 40% in peso; in casi particolari si potranno utilizzare anche al 10%.

Il loro impiego sarà, in ogni modo, abbastanza limitato in quanto la notevole volatilità del composto ed un'eventuale pioggia battente a breve distanza di tempo dal trattamento (in pratica prima della polimerizzazione) potranno di-staccare gran parte del prodotto applicato, con il conseguente onere, necessario, di una maggior quantità di prodotto per avere gli effetti richiesti; inoltre, presenteranno l'inconveniente di generare un effetto perlante.

Questi prodotti potranno essere miscelati con silicato d'etile al fine di combinare le caratteristiche di entrambe le sostanze.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Sillossani (alchilsilossani oligomeri)

Più precisamente alchil-alcossi-silossani oligomerici ossia polimeri reattivi a basso peso molecolare. Potranno essere utilizzati sia in forma pura, cioè senza solvente, (in questo caso sarà consigliabile l'uso di monomeri piuttosto che quello di oligomeri o polimeri), sia in soluzione di solvente organico (generalmente con contenuto attivo del 5-10% in peso). Si rileverà efficace l'utilizzo su supporti compatti e scarsamente assorbenti; in funzione della loro particolare struttura chimica saranno in grado di infiltrarsi all'interno dei più fini capillari con un'elevata diffusione. Oltre all'ottima capacità di penetrazione i suddetti prodotti dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- elevata stabilità agli alcali ed ai raggi ultravioletti;
- passaggio invariato del vapore acqueo delle superfici trattate consegnate all'assenza di formazione di pellicola superficiale e nessuna occlusione dei capillari o dei pori dei supporti trattati;
- essiccazione fuori polvere per sola emissione del solvente veicolante;
- assenza di sottoprodotti di reazione, dandosi ai manufatti trattati;
- possibilità di trattamento di superfici leggermente umide;
- Assenza di variazioni cromatiche delle superfici trattate.

Il trattamento ai silossani modificherà lo stato di tensione superficiale del sottofondo in modo tale che le gocce di pioggia scorreranno sulla superficie verticale senza imbibirla; inoltre, il trattamento non creerà una pellicola continua sul supporto, lasciando in questo modo al sottofondo la possibilità di traspirare, senza modificare l'equilibrio. L'elevata riduzione d'assorbimento dei sali da parte dei manufatti impregnati con silossani renderà il trattamento particolarmente indicato nei casi di risalita

capillare nelle murature. Due, essenzialmente, saranno i fattori determinanti in favore dei silossani rispetto a silani: ovvero la più celere reazione per formare la materia attiva e la non perdita di materiale causata dall'evaporazione.

Questi prodotti potranno essere miscelati con silicato di etile al fine di combinare le caratteristiche di entrambe le sostanze, orientativamente una miscela idrorepellente consolidante potrà essere composta da il 7% di silossani ed il 60% di silicato di etile.

Gli alchilsilossani oligomeri potranno essere utilizzati anche in micro emulsioni acquose i componenti di una microemulsione saranno:

- una fase acquosa che costituiranno il liquido disperdente;
- una fase oleosa composta da silani, silossani e polisilossani;
- un emulsificante formato da polisilossani con gruppi funzionali a base di acetato di ammonio, lo sviluppo di acido acetico da questo composto durante l'essiccazione serve da agente catalitico dei siliconi;
- un co-emulsionante costituito da silani e silossani a basso peso molecolare

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Composti a base naturale - Olio di lino e cere

L'olio di lino è un prodotto essiccativo costituito per l'85-90% da gliceridi degli acidi grassi non saturi. Gli olii essiccativi si useranno, se non diversamente specificato, dopo essere stati sottoposti a una particolare cottura allo scopo di esaltarne il potere essiccativo. L'olio di lino dopo la cottura (a 150-300 °C) dovrà presentarsi ben depurato, con un colore giallo-bruno rossastro perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. L'acidità massima ammessa dovrà essere in misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93. Troverà utilizzo prevalentemente per l'impregnazione del legno, di pavimenti e materiali in cotto.

Le cere potranno essere divise in tre categorie secondo la loro derivazione:

- cere animali derivanti da secrezioni animali o contenute in alcune parti di essi come nei cetacei, la più utilizzata è la cera d'api simile alle sostanze grasse, pur essendo di costituzione chimica diversa, non contiene glicerina e, a differenza dei grassi, saponifica difficilmente. È di colore giallo intenso, più o meno scura, rammollisce a circa 35 °C, fonde a ca. 62 °C e solidifica a 61 °C, pH 20,7; infiammabile brucia senza lasciare residuo; insolubile in alcool freddo solubile a caldo in essenza di trementina negli oli grassi, benzene, cloroformio ecc., insolubile in acqua ma permeabile al vapore. Questi tipi di cera solubilizzeranno anche a distanza di tempo pertanto si rilevano reversibili;
- cere vegetali contenute all'interno o in superficie di fibre vegetali, più dure delle cere animali e presentano un'alta brillantezza (cera di cotone, di lino, di tabacco ecc.): cera carnuba (detta anche cera brasiliana), è un prodotto molto pregiato di colore giallo verdastro pallido o grigio giallognolo prodotto ricavato dall'essudazione delle foglie della palma del Brasile (copernicia cerifera o corypha cerifera), si presenta in pezzi duri ma fragili a seconda dell'untuosità al tatto si classifica grassa o magra. Solubile a caldo nei comuni solventi

organici tipo alcool etilico, benzene, trementina, ragia minerale ecc.; punto di fusione 82-85 °C. di norma difficilmente solubile a freddo, resistente e brillante sovente utilizzata per aumentare il punto di fusione delle altre cere o per dare più lucentezza e durezza ovvero per diminuire l'effetto appiccicoso;

- cere minerali possono essere di origine fossile (cera montana, ozocerite) o frutto di sintesi del petrolio (paraffine): cera microcristallina miscela d'idrocarburi alifatici saturi a peso molecolare medio alto, punto di fusione da 90 °C a 95 °C, punto di goccia 106-110 °C, si presenta come piccole scaglie bianche o leggermente giallognole con una particolare struttura microcristallina. Particolarità positive risiedono nell'elevato potere adesivo a freddo, l'inerzia chimica, ottima reversibilità ed idrorepellenza. Poco solubili a freddo nei solventi polari solubili a caldo e a freddo nei solventi clorurati e nell'essenza di trementina.

Le cere potranno essere impiegate in forma di soluzione o dispersione. Tutte le cere troveranno, in ogni caso, impiego ristretto nel trattamento dei materiali lapidei e porosi a causa dell'ingiallimento e dell'opacizzazione delle superfici trattate; inoltre, in presenza di umidità e carbonato di calcio, potranno dare luogo alla formazione di saponi che scoloriranno l'oggetto trattato. Se non diversamente specificato non andranno utilizzati su manufatti in esterno, esposti agli agenti atmosferici in quanto poco resistenti e possibili terreni di coltura per batteri ed altri parassiti. Le cere potranno trovare utilizzo nei trattamenti protettivi per strutture in legno e manufatti in cotto.

Oli e cere dovranno essere, se non diversamente specificato, applicati a pennello.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'art. 16 ("Materiali impregnanti - Generalità") del presente Capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. 77 - MATERIALI VARI

Materiali vari per consolidamento

Alcool polivinilico

Sostanza ad alto peso molecolare, solubile in acqua, alla quale si impartisce forte viscosità e proprietà emulsionanti. Si rileva poco solubile in solventi organici viene sovente utilizzato in miscele di acqua e alcool etilico denaturato (in soluzioni dal 3 al 10%) nelle operazioni di preconsolidamento per fissaggi di scaglie e/o frammenti oppure per fissaggi mediante velinature con garza di cotone o carta giapponese.

Acetato di polivinile

Resina sintetica termoplastica, preparata per polimerizzazione dell'acetato di vinile, a sua volta ottenuto da acetilene e acido acetico. Utilizzata in soluzione dal 3 al 10% in alcool etilico o isopropilico oppure in miscele a base di alcool etilico denaturato e acqua come fissativo di pellicole pittoriche o per eseguire "ponti di cucitura" di frammenti scaglie decoese. Punto di rammollimento 155-180 °C, viscosità a 20 °C della soluzione 20% in estere etilico dell'acido acetico 180-240 mPas.

Polyfilla

Stucco riempitivo per esterni o interni da impastare con acqua (2-2 1/2 parti in polvere con 1 parte di acqua), privo di amianto e resistente all'acqua, applicabile con temperature variabili da 5 a 30 °C. Può essere impiegato per stuccare lesioni, fessure, cavillature, per pareggiare superfici o per ripristini di modeste dimensioni. La polyfilla presenta un'elevata durezza dopo l'essiccazione (minimo 6 ore) conservando la forma datagli. Questo stucco può essere colato, colorato, modellato e, dopo l'essiccamento, intagliato, levigato e lucidato.

Materiali vari premiscelati

Malta premiscelata per iniezioni di consolidamento e riadesione di intonaci

La malta da iniezione dovrà essere composta da calci naturali e leganti idraulici speciali, chimicamente stabili ed a bassissimo contenuto di sali solubili, inerti silicei, ardesia, pozzolana superventilata e da una speciale combinazione di additivi fluidificanti, ritentivi ed aeranti. La speciale formulazione, prodotta in dispersione planetaria 1/10.000 per un tempo inferiore a 20 minuti, dovrà formare un premiscelato omogeneo di colore grigio chiaro. Il prodotto, dovrà, inoltre, presentare un'ottima penetrabilità nelle murature senza preliminarmente bagnatura dei supporti, facile pulitura delle fuoriuscite, compatibilità chimico/meccanica con calce e pozzolana, bassa resistenza meccanica, assenza di efflorescenze anche in ambienti molto umidi. La malta dovrà essere impastata energicamente (per circa 3 minuti) con acqua demineralizzata (sarà consigliabile filtrare la boiaccia ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto). Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe con aghi di tipo veterinario (diametro di uscita superiore ai 2 mm). Il premiscelato, per la particolarità dell'applicazione, deve essere sperimentato da almeno 10 anni in ricerche promosse dal Ministero BB.AA.CC. Del prodotto utilizzato dovranno essere dichiarate le principali caratteristiche chimico-fisiche, i luoghi e la data dell'avvenuta sperimentazione. Il produttore dovrà, inoltre, fornire gli elaborati relativi all'attività di ricerca svolta, ratificati dall'Ente pubblico preposto al controllo della stessa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,02 kg/dm³, lavorabilità 1 h, essudamento assente, aderenza 0,8 N/mm², inizio presa a +20 °C 24 h, fine presa a +20 °C 48 h, resistenza a compressione a 28 gg 6 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 2 N/mm², modulo elastico 5000 N/mm², ritiro 0,7-1,8 mm, ritenzione acqua > 80%, permeabilità al vapore 6 m; ritiro 0,7-1,8 mm.

Malta premiscelata per riadesione e riempimento di vuoti a basso peso specifico

La malta da iniezione dovrà presentare basso peso specifico (0,4 kg/dm³) e basse resistenze meccaniche così da risultare idonea per eseguire riempimenti di grosse cavità presenti fra strati di intonaco (3-4 cm), sigillatura di lesioni superficiali, reincollaggio di parti di intonaco degradate e friabili, riadesione di elementi privi di funzioni statiche e non appesantibili. L'impasto dovrà essere composto da calci naturali e leganti idraulici speciali (C30), chimicamente stabili ed a bassissimo contenuto di sali solubili, pozzolana, perlite ventilata ed una particolare combinazione di additivi fluidificanti, ritentivi ed aeranti. La speciale formulazione, prodotta in dispersione planetaria 1/10.000 per un tempo inferiore a 20', dovrà formare un premiscelato omogeneo di colore bianco. La malta può essere additivata con microfibre al fine di migliorarne le caratteristiche meccaniche in impieghi particolari; in ogni caso dovrà essere impastata energicamente (con trapano elettrico a bassa velocità per circa 6-8 minuti) con acqua demineralizzata (sarà consigliabile filtrare la boiaccia

ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto). Se non diversamente specificato, questi prodotti dovranno essere iniettati entro 30 minuti dalla preparazione. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe di tipo veterinario prive di ago (diametro di uscita superiore ai 6 mm).

Il premiscelato, per la particolarità dell'applicazione, deve essere sperimentato da almeno 10 anni in ricerche promosse dal Ministero BB.AA.CC. Del prodotto utilizzato dovranno essere dichiarate le principali caratteristiche chimico-fisiche, i luoghi e la data dell'avvenuta sperimentazione. Il produttore dovrà, inoltre, fornire gli elaborati relativi all'attività di ricerca svolta, ratificati dall'Ente pubblico preposto al controllo della stessa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 0,4 kg/dm³, lavorabilità 4 h, essudamento assente, aderenza 0,9 N/mm², inizio presa a +20 °C 20 h, fine presa a +20 °C 44 h, resistenza a compressione a 28 gg 31 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 8 N/mm², modulo elastico 5200 N/mm², ritiro 0,4-1,2 mm, ritenzione acqua > 85%, permeabilità al vapore 3 m; ritiro 0,4-1,2 mm.

Malta premiscelata per iniezione di consolidamento strutturale

La malta per iniezioni dovrà essere a base di calce idraulica naturale, priva di sali solubili, rafforzata con metacaolino purissimo ad alta reattività pozzolanica (od in alternativa con polvere di coccio pesto) caricata con carbonato di calcio scelto e micronizzato, (o perlite superventilata se si ricerca una malta a basso peso specifico) a cui andranno aggiunti additivi quali ritenitori d'acqua di origine naturale e superfluidificanti al fine di poter iniettare la miscela a bassa pressione. Se non diversamente specificato l'acqua da utilizzare nell'impasto dovrà, essere demineralizzata. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto, possibilmente demineralizzata, e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,4 kg/dm³, lavorabilità 2 h, blending trascurabile, aderenza 1,4 N/mm², inizio presa a +20 °C 18 h, fine presa a +20 °C 72 h, resistenza a compressione a 28 gg 13 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 3,5 N/mm², modulo elastico 11000 N/mm², temperatura massima durante l'indurimento < 30 °C, ritiro 0,7-1,2 µm, ritenzione acqua > 70%, permeabilità al vapore 9 µ.

Malta premiscelata per betoncino di collaborazione statica

La malta dovrà presentare un modulo elastico basso così da limitare eventuali inconvenienti legati all'instabilizzazione per carico di punta; a tal fine si potranno utilizzare malte a base di calce idraulica naturale caricata con inerti a comportamento pozzolanico (ad es., pozzolana, metacaolino, coccio pesto ecc.), sabbie silicee (granulometria 0,1-2 mm) con l'eventuale aggiunta di additivi aeranti naturali, fibre minerali inorganiche atossiche (così da ridurre le tensioni generate dall'evaporazione dell'acqua e limitare le fessurazioni da ritiro plastico) ed espansivi minerali (così da controllare il ritiro igrometrico).

Le malte, a ritiro compensato, da utilizzare per i betoncini dovranno, in ogni caso, presentare le seguenti caratteristiche: granulometria inerti 0,1-2,0 mm, inizio presa 5 h, fine presa 15 h, resistenza a compressione a 28 giorni > 18 N/mm²; modulo elastico a 28 giorni <15000 N/mm²; espansione contrastata a 7 giorni > 300 µm/m; coefficiente di permeabilità al vapore < 150 µ.

L'utilizzo di premiscelati a base di calce idraulica naturale o idraulica pozzolanica (calce aerea miscelata a cariche con reattività pozzolaniche), rispetto all'uso del cemento presenterà il vantaggio di ottenere un impasto più plastico e maggiormente lavorabile, inoltre l'uso della calce idraulica garantirà capacità di traspirazione delle pareti.

Malta premiscelata a base di calce idraulica naturale da rinzafo

Il rinzafo, che dovrà essere applicato a copertura totale del supporto, sarà costituito da una malta a grana grossa, costituita esclusivamente da materie prime naturali quali legante di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, calce idraulica HL 5, pozzolana naturale micronizzata, inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0-2,5 mm. Le caratteristiche richieste, ottenute esclusivamente con l'impiego di materie prime di origine rigorosamente naturale, dovranno garantire una totale resistenza ai sali (Tabella 1- ASTM C 1012-95a $\geq 0,034\%$). La malta da rinzafo dovrà soddisfare i requisiti della norma EN 998/1 - GP/CS III / W1, adesione 0,7 N/mm², reazione al fuoco classe A1. Il rinzafo avrà uno spessore medio di 10 mm ed una finitura a rustico in unico strato stollato. L'applicazione, eseguita a mano dovrà avere una resa media circa 15 kg/m² per centimetro di spessore.

Le caratteristiche finali dell'impasto dovranno essere: coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua (m) ≥ 20 EN 1015-19; assorbimento d'acqua per capillarità Categoria W1 EN 998-1; profondità d'infiltrazione dell'acqua 1 h ≥ 5 mm EN 1015-18; profondità d'infiltrazione dell'acqua 24 h ≥ 20 mm EN 1015-18; reazione al fuoco Classe A1 EN 13501-1; resistenza a compressione a 28 gg Categoria CS III EN 998-1; aderenza al supporto (laterizio) $\geq 0,7$ N/mm² - FP: B EN 1015-12; resistenza ai solfati (Tabella 1 $\geq 0,034\%$) Superata ASTM C 1012-95a; conducibilità termica (l 10, dry) 0,83 W/mK (valore tabulato) EN 1745; durabilità (al gelo-disgelo) valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto della malta EN 998-1; indice di radioattività I = 0,27 UNI 10797/1999.

Malta premiscelata a base di calce idraulica naturale da arriccio

L'arriccio, che dovrà essere steso al fine di realizzare uno strato "protettivo e deumidificante" ad altissima porosità, igroscopicità, traspirabilità e ridotto assorbimento capillare d'acqua, sarà costituito da una malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, pozzolana naturale extrafine e inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0-2,5 mm. Le caratteristiche richieste, ottenute esclusivamente con l'impiego di materie prime di origine rigorosamente naturale, dovranno garantire un'altissima traspirabilità dell'intonaco (coefficiente di resistenza al vapore acqueo m ≥ 3), un'elevata porosità della malta indurita ($\geq 40\%$), una naturale conducibilità termica (pari a 0,47 W/mK), una notevole aria occlusa in fase d'impasto ($\geq 25\%$), una totale resistenza ai sali (WTA 2-2-91/0 Superata) e una ridotta profondità d'infiltrazione d'acqua (nelle 24 h ≥ 5 mm). L'impasto dovrà soddisfare i requisiti della norma EN 998/1 - R/CS II/W24 $\geq 0,3$ kg/m², adesione 0,2 N/mm², reazione al fuoco classe A1. L'intonaco dovrà avere uno spessore minimo di 20 mm, costituito da due strati dello spessore medio di 10 mm, ed una finitura a rustico fine. L'applicazione, eseguita a mano, dovrà avere una resa media di circa 12 kg/m² per ogni centimetro di spessore.

Le caratteristiche finali dell'impasto dovranno essere: coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua (m) ≥ 3 EN 1015-19; assorbimento idrico capillare W24 $\geq 0,3$ kg/m² EN 1015-18; profondità d'infiltrazione dell'acqua 24 h ≥ 5 mm EN 1015-18; porosità $\geq 40\%$ WTA 2-2-91/D; reazione al fuoco Classe A1 EN 13501-1; resistenza a compressione a 28 gg Categoria CS II EN 998-1; aderenza al supporto (laterizio) $\geq 0,2$ N/mm² - FP: B EN 1015-12; rapporto resistenza

compressione/flessione ? 3 WTA 2-2-91/D; resistenza ai sali Superata WTA 2-2-91/D; conducibilità termica (l 10, dry) 0,47 W/mK (valore tabulato) EN 1745; durabilità (al gelo-disgelo) valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto della malta EN 998-1; indice di radioattività I = 0,30 UNI 10797/1999.

Art. 78 – MATERIALI COMPOSITI FRP

I prodotti denominati FRP (acronimo di Fiber Reinforced Polymers) sono “sistemi compositi” fibrosi a matrice polimerica. Il materiale base sarà il rinforzo fibroso costituito da lunghe fibre aventi un diametro di circa 8mm, accostate le une alle altre ed impregnate in situ con una matrice a base di resine (epossidiche o poliestere bicomponenti a bassa viscosità) che polimerizzeranno a temperatura ambiente o industrialmente mediante il processo di pultrusione. La matrice polimerica avrà il compito di trasferire le sollecitazioni alle fibre di rinforzo, di proteggere la fibra da attacchi di tipo chimico o meccanico o da variazioni di temperatura, ed infine, di dare forma al composito.

Le fibre, commercialmente prodotte, per la realizzazione dei FRP potranno essere di quattro tipi:

- fibre di carbonio presentano elevata resistenza e rigidità, modesta sensibilità alla fatica, eccellente resistenza all'umidità ed agli agenti chimici; per contro presentano un modesto valore di deformazione ultima, bassa resistenza agli urti e sono danneggiabili all'intaglio, in conseguenza di una limitata deformabilità in direzione trasversale. Le fibre di carbonio potranno essere classificate in: ad alta tenacità (HT con $E < 250$ GPa), alto modulo (HM con $E < 440$ GPa), ed altissimo modulo (UHM con $E > 440$ GPa);
- fibre in vetro sono prodotte per estrusione, presenteranno un'elevata resistenza a trazione che però sarà accompagnata da una limitata resistenza ai carichi ciclici e da una forte sensibilità agli ambienti alcalini. I tipi di vetro comunemente utilizzati saranno il tipo E, il tipo S e ad alta resistenza chimica di tipo AR;
- fibre aramidiche sono di natura polimerica, oltre che per la buona resistenza e rigidità sono caratterizzate da un'ottima resistenza agli agenti chimici: una forte deperibilità delle caratteristiche meccaniche può essere causata dai raggi U.V. Le fibre aramidiche potranno essere classificate in: alto modulo (HM), ed altissimo modulo (UHM);
- fibre polivinilalcol (PVA) estremamente leggere e con una maggiore deformabilità rispetto alle fibre in vetro, presenteranno al contempo una maggiore capacità di sopportazione alle deformazioni e una grande compatibilità con il cemento.

Tabella 16.1 Caratteristiche meccaniche delle fibre

	CARBONIO	VETRO	ARAMIDE	POLIVINILALCOL
Resistenza a trazione	2500-4800 MPa	1800-3500 MPa	2800-3500 MPa	1400- MPa
Modulo Elastico (E)	200-600 GPa	70-85 GPa	80-140 GPa	29-30 GPa
Allungamento a rottura	1-2 %	3-4 %	2-3 %	6%
Densità	1,7-1,9 g/cm ₃	2,5 g/cm ₃	1,4 g/cm ₃	1,3 g/cm ₃

Le tipologie dei compositi FRP utilizzate saranno rappresentate da: i tessuti, le lamine e le barre.

I tessuti (utilizzabili nel rinforzo esterno a flessione, a taglio e per il confinamento a compressione) potranno essere realizzati in fibre secche (carbonio, aramide, vetro) unidirezionali (fibre orientate secondo un'unica direzione), bi-direzionali (fibre orientate secondo direzioni 0° e 90°) o bi-assiale (fibre inclinate $\pm 45^\circ$). Le larghezze delle strisce potranno variare da un minimo di 10 cm ad un massimo di 100 cm in tessuto di fibra con spessore a secco variabile a seconda della natura della

fibra se non diversamente specificato (ad es., per fibre unidirezionali si potranno avere: carbonio circa 0,16 mm, vetro circa 0,23 mm, aramide circa 0,21 mm); anche il peso sarà variabile in rapporto al materiale ed alla tipologia della fibra (per es. fibre di carbonio unidirezionali peseranno circa 300-600 g/m², le fibre di carbonio bi-direzionali peseranno circa 230-360 g/m², mentre quelle bi-assiali circa 450-600 g/m²).

Le lamine (utilizzabili nel rinforzo esterno a flessione) rappresenteranno piattine pultruse in fibre secche (carbonio, aramide, vetro) di spessore superiore a quello del tessuto (rapporto circa 1:8 o superiore) e variabile (per le fibre di carbonio) da 1,4 a 50 mm così come la larghezza variabile da 50 a 150 mm.

Le barre (utilizzabili nel rinforzo interno a flessione come tiranti o come armature) potranno essere realizzate in fibra di carbonio, di vetro o di aramide con diametro circolare (f 5, 7, 10 mm) o rettangolare di varie sezioni (da 1,5 x 5 mm a 30 x 40 mm). Le suddette barre pultruse potranno presentare, se richiesto dagli elaborati di progetto, un'aderenza migliorata ottenuta mediante sabbiatura superficiale di quarzo sferoidale e spiralatura esterna. Questo tipo di prodotto dovrà, inoltre, presentare un'elevata durabilità nei confronti di tutti gli aggressivi chimici (quali ad es., idrossidi alcalini, cloruri e solfati).

A complemento di quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i materiali compositi FRP si intenderanno forniti con le seguenti caratteristiche: I prodotti sopra elencati verranno considerati al momento della fornitura; la D.L. ai fini della loro accettazione potrà procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate negli articoli specifici. In caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati saranno quelli indicati nelle norme UNI vigenti e in mancanza di queste ultime quelli indicati dalle norme estere o internazionali.

PARTE QUARTA: GLI ACCERTAMENTI ANALITICI E DIAGNOSTICI

Art. 77 – GLI ACCERTAMENTI ANALITICI E DIAGNOSTICI - GENERALITÀ

Il progetto di restauro dovrà, obbligatoriamente, essere redatto in stretta relazione con la campagna d'indagini diagnostiche eseguita sul manufatto oggetto d'intervento preliminarmente all'inizio dei lavori. Non dovrà esistere, perciò, la distinzione tra il progetto di restauro e il progetto di indagine diagnostica (questo ultimo non dovrà essere riservato soltanto ai monumenti di riconosciuto valore storico, ma anche a quei manufatti, cosiddetti minori, che partecipano a comporre il tessuto dei centri storici). La redazione di un pre-progetto, in grado di leggere e "svelare" il manufatto, garantirà una diagnosi corretta ed accurata dei meccanismi innescanti il deperimento così da poter intervenire su di essi con soluzioni più efficienti. Il progetto di indagine diagnostica non dovrà essere circoscritto alle sole indagini preliminari, ma dovrà essere concepito come parte integrante del progetto seguendo per questo, di volta in volta, le procedure previste, controllandone l'efficacia (collaudi in corso d'opera), ispirando, casomai, nuove soluzioni. Per ulteriori criteri generali inerenti l'applicazione delle prove non distruttive si rimanda a quanto enunciato nel documento CNR-ICR NorMaL 42/93.

Solo comparando, sovrapponendo e mettendo in relazione i dati assimilati, mediante idonee competenze e professionalità, sarà possibile redigere documenti e relazioni determinanti per progettare e programmare un valido progetto di restauro. Il progetto diagnostico dovrà essere preparato per tempo, così da fornire un'anamnesi appropriata del manufatto analizzato, e di conseguenza governare il progetto esecutivo d'intervento.

Nel caso in cui le indagini diagnostiche siano previste negli elaborati di progetto ovvero, espressamente richieste dalla D.L. sarà cura dell'appaltatore provvedere ad eseguirle così da garantire, il sistematico quanto scientifico, rilevamento di informazioni concernenti lo stato di conservazione e/o i processi di degrado. Ogni tipo di indagine dovrà essere, obbligatoriamente, concordata ed esaminata con la D.L. in relazione al tipo di procedura da mettersi in opera e all'eventuale zona del prelievo. Una qualsiasi analisi dovrà, necessariamente, essere affidata a personale, istituto, ditta, laboratorio riconosciuti e autorizzati dagli organi di tutela del bene in pieno accordo con le indicazioni della D.L.

Nei casi in cui le indagini richiedessero l'esecuzione di minimi prelievi di materiale, questi saranno ammessi a patto che non sia possibile apprendere i dati in oggetto in maniera differente. In linea generale questa operazione a carattere "distruttivo" dovrà rivolgersi, nei limiti del possibile, a zone già in fase di degrado e/o di distacco imminente o quantomeno a zone meno visibili così da non apportare compromissioni estetiche al manufatto; durante il campionamento risulta di massima importanza eseguire una documentazione fotografica, di dettaglio e generale, dei punti di rilievo, oltre che prendere nota della loro ubicazione direttamente sui grafici di rilievo. In ogni modo non sarà tollerato il ricorso sistematico a tecniche distruttive. L'esecuzione di detti prelievi dovrà seguire le indicazioni presenti nel documento CNR-ICR NorMaL 3/80 "Materiali lapidei: campionamento" ossia:

- il campione dovrà essere eseguito solo dietro autorizzazione scritta dell'organo di tutela del manufatto;
- il campione dovrà essere eseguito sotto la responsabilità di chi effettuerà l'analisi;
- il numero e la quantità dei prelievi, compatibilmente con le analisi prescritte, dovranno essere minimi; le zone di prelievo dovranno, in linea generale, essere scelte tenendo conto della necessità di non danneggiare in alcun modo l'estetica del manufatto.

Durante la fase di prelievo sarà cura dell'appaltatore non arrecare alcun danno al manufatto, inoltre, laddove l'area del prelievo e/o di indagine non fosse raggiungibile dall'operatore dovrà essere compito dell'Appaltatore mettere in opera tutte le strutture accessorie ossia strutture fisse come ponteggi, trabattelli, ponti di servizio, castelli di carico ecc. in modo da garantire il prelievo dei campioni e la periodica possibilità di accesso per la lettura dei dati. L'Appaltatore dovrà, inoltre, anche se non espressamente specificato nell'intervento che coinvolge le superfici, fornire l'energia elettrica, se richiesta dalla specifica indagine, e provvedere al ripristino delle zone relative ai prelievi dei campioni.

Il prelievo di materiale e la conseguente analisi di laboratorio avrà lo scopo di determinare, dal punto di vista mineralogico-petrografico sia la natura delle malte (leganti ed inerti) che compongono gli intonaci, sia la natura dei pigmenti utilizzati nelle diverse tinteggiature applicate alla superficie intonacata. Le metodologie di analisi si potranno individuare in:

- analisi al microscopio stereoscopico in superficie e in sezione trasversale dei vari strati d'intonaco, con il fine di identificare la qualità dell'inerte, del legante e dei componenti accessori (pigmenti ed additivi) che compongono l'impasto;
- analisi granulometrica eseguita con setacciatura del campione disgregato, con idoneo numero di vagli posti su vibratore meccanico;
- analisi mineralogica eseguita per diffrazione ai raggi X su frammenti di intonaco macinati;
- analisi mineralogica-petrografica su sezioni sottili al microscopio polarizzatore;
- analisi con microscopia ottica al fine di identificare i leganti ed i pigmenti nei vari strati di intonaco;
- analisi della porosità totale e della distribuzione del volume dei pori eseguita mediante porosimetro a mercurio completo di unità per macropori.

Le indagini conoscitive saranno di tipo "non distruttivo"

Indagini non distruttive: si possono definire indagini non distruttive tutte quelle tecniche la cui applicazione non compromette l'integrità funzionale della struttura e, allo stesso tempo, non implica il danneggiamento o l'alterazione dell'aspetto di parti di essa. Dovrà, necessariamente, esistere una correlazione dimensionale tra la grandezza dell'oggetto indagato e la traccia lasciata dall'indagine. Le tecniche di indagine non distruttive non eliminano del tutto le prove "distruttive", in quanto spesso si rende necessario accostarle anche a prove in laboratorio su provini prelevati in situ; in questi casi però, non si rischia di prelevare campioni non caratterizzanti in quanto, la scelta viene guidata dai dati ricavati dalle indagini precedenti. Questo tipo d'indagine presenta due qualità importanti: non compromette lo stato di fatto dell'edificio neanche a livello statico e limita molto le intromissioni con le attività interne dell'edificio. In linea di massima le indagini non distruttive potranno essere ulteriormente suddivise in passive (o non invasive) e in immagini attive (o invasive): le prime anoteranno e quantificheranno i fenomeni fisici rilevabili senza interventi artificiali di stimolazione; quelle attive, invece, richiederanno, anche se in minima misura, sollecitazioni artificiali di natura diversa in relazione dai fenomeni fisici che la strumentazione in oggetto sarà in grado di rilevare.

Saggi e verifiche sui materiali e sui metodi di applicazione (esecuzione prove di pulitura)

Insieme di operazioni eseguite direttamente sul manufatto in aree delimitate che consente di osservare, valutare e confrontare tra loro i risultati di differenti materiali e metodologie applicative. La finalità è quella di mettere a punto nel dettaglio le tecniche di intervento più soddisfacenti in riferimento alle operazioni previste dal progetto, tenendo conto delle eventuali disomogeneità del

manufatto (sia dal punto di vista del suo stato di conservazione – tipo di sporco, natura di eventuali patinature ecc. – che delle tecniche esecutive) e di eventuali nuovi dati introdotti dalle indagini preliminari analitiche (se previste dal progetto). In linea di principio l'esecuzione dei test costituisce uno strumento essenziale e imprescindibile per la progettazione di ogni intervento nella sua fase esecutiva.

L'esecuzione di saggi di verifica sui materiali e sui metodi di applicazione deve seguire alcune regole di metodo: le aree scelte devono essere contenute nel numero e limitate nell'estensione ma, al tempo stesso, devono interessare le diverse tipologie di degrado su cui si vuole intervenire con una campionatura di zone e di situazioni tale da rendere possibile la valutazione dell'esito dell'intervento nel suo insieme. La delimitazione delle aree dovrà essere realizzata in maniera totalmente reversibile; inoltre, pur considerando il carattere sperimentale dei saggi, si dovrà operare in modo tale da ridurre quanto più possibile il rischio che nelle aree perimetrali dei saggi stessi, si creino alterazioni irreversibili delle caratteristiche ottiche e formali di tonalità e di brillantezza della pellicola pittorica e/o del materiale lapideo (gore, opacizzazioni, sbiancamenti, aloni ecc.). A tale proposito sarà utile evitare che intercorra un tempo eccessivamente lungo (non più di 12 mesi) tra l'esecuzione dei saggi e l'intervento complessivo di restauro.

La descrizione e la documentazione delle diverse tecniche utilizzate per l'esecuzione dei saggi dovrà essere chiara, esauriente ed esplicita nel dettaglio operativo (dovranno, ad esempio, essere indicate la diluizione o la concentrazione nonché i tempi di contatto di eventuali solventi da impiegare per la pulitura), per essere un riferimento utile e concreto al momento di intervenire in maniera estesa. A tale scopo sarà auspicabile il ricorso, oltre che ad un testo scritto, anche a tecniche di documentazione grafiche, fotografiche o di altro tipo.

Art. 78 - INDAGINI IN SITU ATTE AD APPROFONDIRE LA CONOSCENZA SULLE STRATIFICAZIONI DELL'EDIFICATO E SULLE CARATTERISTICHE STRUTTURALI E COSTRUTTIVE

Per quanto concerne l'esecuzione e l'eventuale interpretazione delle immagini riprese, dei dati e di tutte le informazioni raccolte durante la campagna diagnostica sarà indispensabile che l'appaltatore si affidi ad operatori esperti e qualificati che abbiano piena coscienza specifica degli strumenti da utilizzare, dei materiali e delle strutture da indagare. Questo, fondamentalmente, sarà legato al fatto che sovente le immagini viste e/o trasmesse dagli strumenti si rileveranno alquanto falsate e non sempre di facile interpretazione per gli "non addetti" ai lavori.

Analisi non distruttive

Indagine stratigrafica

L'esecuzione di indagini stratigrafiche in situ dovrà essere eseguita in una quantità sufficiente ad individuare la sequenza delle diverse fasi temporali di esecuzione delle finiture (e le relative tipologie cromatico-decorative) nonché la configurazione e l'estensione, nei limiti del possibile, degli impianti decorativi che si sono susseguiti nel tempo. L'indagine stratigrafica, se non diversamente specificato dalla D.L., dovrà essere eseguita utilizzando utensili che non danneggino la superficie pittorica (tipo bisturi a lama fissa e/o mobile, piccole spatole, vibroincisori ecc.). Le aree di intervento dovranno essere scelte in relazione alle indicazioni di progetto, alla tipologia ed allo stato di conservazione della pellicola pittorica, alla presenza di eventuali strati soprammessi dovuti a restauri precedenti e sulla scorta di notizie storico-archivistiche. In linea generale, se non

diversamente specificato, i tasselli potranno essere scelti seguendo i seguenti criteri: zone meno degradate o meno soggette alle azioni degli agenti di degrado naturale, parti alte, meno soggette ad attività antropica (graffiti od affissioni deturpanti) ad opere di manutenzione periodica, aree nelle quali, sulla base delle informazioni storiche, ci si attende la presenza di impianti decorativi.

La procedura prevede la definizione dei campioni (di dimensione variabile a seconda dei casi, in ogni modo non inferiore a 5x5 cm) sulla superficie; il primo campione (di cui dovrà essere inciso solo un lato) verrà lasciato integro come testimonianza dello stato di fatto accertato, il secondo dovrà essere semplicemente pulito così da asportare eventuali depositi causa di alterazioni cromatiche dell'ultimo strato, il terzo dovrà essere inciso perimetralmente, ricorrendo all'uso di un bisturi e di una riga metallica, così da poter asportare il primo strato. L'operazione proseguirà sino ad arrivare al supporto facendo attenzione a segnalare eventuali strati intermedi di imprimitura rilevabili tra strato e strato. Ogni saggio dovrà essere delimitato e numerato con numeri crescenti dallo strato più interno a quello più esterno, dovrà, inoltre, essere riprodotto fotograficamente (utilizzando fotocamera reflex e pellicola a colori con sensibilità 100 ASA o fotocamera digitale con risoluzione minima 5,0 megapixel) da una distanza sufficientemente ravvicinata e con la minima distorsione prospettica possibile, con riproduzione della scheda di riferimento "Kodak color control". Di norma se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto si potrà procedere con l'esecuzione di minimo tre scatti a distanza differente: il primo a distanza così da inquadrare complessivamente l'area oggetto di analisi, il secondo sarà eseguito ad una distanza tale da poter inquadrare un intorno significativo dell'area di studio, ossia la massima possibile nel caso si trovi su di un ponteggio (100-150 cm), il terzo più ravvicinato a circa 10-20 cm preferibilmente con obiettivo macro ed eventualmente con particolari condizioni di illuminazione (luce radente, diffusa, incidente ecc.) così da evidenziare, ad esempio, le caratteristiche superficiali del manufatto.

A conclusione dell'indagine dovrà essere redatta una esauriente relazione illustrativa nella quale si annotino: per ogni tassello stratigrafico la successione delle cromie e dei livelli, le probabili relazioni tra le diverse unità stratigrafiche, le possibili relazioni temporali istituibili con le strutture murarie ed i relativi avvicendamenti subiti dal manufatto nel tempo, le probabili relazioni tra i risultati dell'indagine e le informazioni storiche desumibili.

Indagine termografica (o termovisione)

L'indagine termografica è un'analisi di tipo qualitativo, rigorosamente "non distruttiva", a carattere estensivo (fornirà tutti i dati che rientreranno all'interno del quadro dell'obiettivo rilevatore), di rapida esecuzione che consente, in tempo reale, di acquisire informazioni globali e/o parziali a seconda del contesto e dello scopo dello studio. Questa analisi si basa sul principio della termodinamica per il quale ogni corpo è caratterizzato da una propria emissione termica in relazione della sua temperatura superficiale, che a sua volta sarà condizionata dalla conducibilità termica e dal calore specifico di ogni materiale; questi due ultimi parametri interpretano, rispettivamente, la tendenza del materiale a trasmettere o a trattenere il calore. Le diversità riscontrate nell'emissione, dovute alla conducibilità termica e al calore specifico, saranno riferite ai diversi materiali (laterizio, pietra, malta, legno ecc.) che compongono la struttura e/o la superficie indagata.

La termografia opererà nella banda delle radiazioni infrarosse (I.R.) e permetterà la visualizzazione di immagini non comprese nel campo del visibile (ovvero nella banda di radiazioni elettromagnetiche comprese tra 0,4 e 0,75 micron) ma estese in quello dell'infrarosso ed in particolare alla regione spettrale compresa tra 2 e 5,6 micron per la short wave (infrarosso corto) e tra 8 e 12 micron per la long wave (infrarosso lungo). Se non diversamente specificato sarà consigliabile

utilizzare strumentazioni sensibili nel lontano infrarosso in quanto sarà il più lontano possibile dallo spettro della luce visibile e quindi si rileverà il meno “disturbato”. Per ottenere la sensibilità termica ottimale e quindi, un’immagine esente da disturbi, sarà necessario che il raffreddamento dei rilevatori sia a temperatura più bassa possibile, stabile ed indipendente dalla temperatura ambientale; i sistemi di raffreddamento dei sensori in uso sono sistemi criogenici che impiegheranno azoto liquido (-196 °C) od argon (-186 °C), sistemi a circuito chiuso Stirling (-150 °C) o sistemi termoelettrici (-70 °C). Se non diversamente specificato da prescrizioni della D.L. sarà sconsigliabile eseguire l’indagine in presenza di pioggia, vento e soleggiamento diretto in quanto, in tali condizioni, è probabile che la differenza di temperatura non sia dovuta ad una disomogeneità di materiali, ma piuttosto alle diversità di esposizione superficiali.

Apparecchiatura

La strumentazione termografica (la cui sensibilità varierà da -30° a +1000 °C), è costituita da una telecamera ad infrarossi con sistema ottico composta da un obiettivo frontale con focali di diversa lunghezza (grandangolo o teleobiettivo) ed unico blocco di scansione a prismi rotanti. Le lenti dovranno essere predisposte per eseguire una prima selezione del campo elettromagnetico. Un semiconduttore convertirà, in seguito, le radiazioni infrarosse in un segnale video che dopo essere preamplificato verrà, inviato all’unità di rilevazione.

La registrazione delle immagini termografiche potrà essere eseguita, a seconda delle prescrizioni di progetto, con un sistema fotografico convenzionale, su nastro magnetico o digitale. L’apparecchiatura potrà essere utilizzata sia sistemata su idoneo carrello o cavalletto sia spostata direttamente dall’operatore, la stessa dovrà essere alimentata mediante batteria o, qualora sarà possibile, dalla rete di distribuzione elettrica. L’immagine si effettuerà riprendendo con la telecamera la superficie oggetto di esame, essa sarà, immediatamente, visualizzata sul monitor dell’unità di rilevazione e, se non diversamente specificato dalla D.L., saranno registrate (con prese fotografiche o in videotape) solo le immagini termografiche più significative.

Le radiazioni termiche (I.R.) emesse dalla superficie saranno raccolte con l’ausilio della strumentazione termografica, che avrà il compito di trasformarle prima, in segnali elettrici e dopo in immagini in bianco e nero che utilizzeranno una scala di tonalità di grigio (in linea generale le tonalità scure indicheranno le zone fredde e quelle chiare le zone calde) tali immagini (il termogramma) potranno, inoltre, ove prescritto dagli elaborati di progetto essere trasportate, attraverso un’interfaccia, su monitor a “falsi colori” con una scala di riferimento che riporterà sia il campo di temperatura inquadrato per ogni colore sia le rispettive temperature assolute. Secondo le prescrizioni di progetto o specifiche indicazioni della D.L. sarà cura dell’appaltare produrre il numero richiesto di stampe fotografiche delle immagini ottenute in video ovvero, realizzare la digitalizzazione delle stesse mediante specifiche elaborazioni al computer. Se non diversamente specificato, le immagini riprese per singoli termogrammi dovranno, altresì, essere rimontate in sequenza di accostamento così da realizzare, mediante mosaicatura, un’immagine continua; le singole termoeffimmagini dovranno, necessariamente, essere rese a quadro verticale utilizzando, per questo comuni software di gestione immagine (sistemi di raddrizzamento, collimazione e referenziazione grafica).

Applicazioni

Questo tipo di indagine potrà essere eseguita su ogni tipo di superficie ed apparecchio murario; andrà, in ogni caso, tenuto presente che, a seconda del tipo di rivestimento, si potranno ottenere risposte differenti relative a problematiche diverse; ad esempio, per una superficie intonacata, la

temperatura dipenderà contemporaneamente da una serie di fattori, quali la disomogeneità del materiale al di sotto dell'intonaco, eventuali distacchi e rigonfiamenti, la presenza di umidità, differenti esposizioni all'irraggiamento diretto, diversa temperatura di riscaldamento degli ambienti interni, fenomeni di irraggiamento indiretto da parte di eventuali edifici limitrofi, vortici e correnti d'aria. Un secondo fattore da non sottovalutare che potrà essere causa di letture falsate sarà l'influenza delle caratteristiche fisico-ambientali limitrofe al manufatto oggetto di studio (ad es., valori di umidità relativa dell'aria); di conseguenza sarà necessario che il manufatto sia "forzato" termicamente con una quantità di calore tale da garantire una differenza termica tra la superficie e l'ambiente circostante di almeno 10°C. Sarà specifica cura dell'appaltatore porre particolare attenzione qualora si dovessero svolgere indagini su superfici dipinte per le quali la sollecitazione termica dovrà, necessariamente, essere effettuata nell'assoluto rispetto delle superfici pittoriche, molto sensibili agli stress termici. In questo caso sarà fondamentale ricorrere a batterie di lampade a bassa potenza non focalizzate sulla parete da riscaldare e, comunque, localizzate a distanza di sicurezza dalle zone dipinte.

In alcuni casi, laddove la superficie da indagare non sia riscaldata per irraggiamento solare diretto (ad es., superfici esterne esposte a nord, superfici in ombra, ambienti chiusi) e dietro specifiche della D.L. l'appaltatore dovrà, necessariamente, al fine del rilevamento, utilizzare corpi scaldanti (eccitazione termico-molecolare artificiale). Il riscaldamento dovrà, preferibilmente, utilizzare termoconvettori, in grado di diffondere uniformemente il calore sulla superficie; l'uso di lampade ad infrarosso dovrà, dove sarà possibile, essere evitato in quanto comporterebbe un riscaldamento meno omogeneo e, di conseguenza, una lettura meno efficiente. Secondo le prescrizioni di progetto o di particolari problematiche di cantiere potranno essere messe in opera tre differenti procedure:

- per riflessione: ovvero il corpo scaldante e la telecamera saranno allocate sullo stesso lato del manufatto: la telecamera rileverà le differenti intensità di luce riflesse dalla superficie;
- per assorbimento: il manufatto sarà precedentemente sottoposto a riscaldamento e successivamente avverrà la lettura termografica;
- per trasmissione: l'oggetto verrà interposto tra la sorgente scaldante e la strumentazione termografica così da poter memorizzare sia le radiazioni trasmesse sia quelle emesse.

L'indagine termografica potrà essere richiesta all'Appaltatore al fine di ricavare preziose informazioni nello studio del degrado dei rivestimenti (intonaci, lastre di pietra, pellicole pittoriche, piastrelle di ceramica ecc.) e delle strutture murarie evidenziando l'eventuale discontinuità dei distacchi, la stratificazione delle fasi costruttive (con conseguente lettura dei corpi di fabbrica aggiunti) individuando al disotto della superficie intonacata sia elementi architettonici e/o strutturali (quali ad es. ammorsature tra le tessiture murarie, architravi, piattabande, colonne o pilastri, inserti in legno, catene in ferro, archi di scarico ecc.), sia i differenti materiali componenti le murature (ad es. corsi di malta, pietra, mattoni, zanche ecc.); inoltre potrà essere richiesto di rilevare la presenza di eventuali tamponature di porte e finestre, la presenza di fodere e "rimpalli" murari, la tipologia dell'apparecchio murario, orditura dei solai o centinature di coperture volate celate da controsoffitti, le cavità, le discontinuità murarie e/o strutturali, le buche pontate occluse, le canne fumarie in uso o in disuso, i distacchi i vuoti, le sbollature sotto lo strato corticale (tutti indagati sfruttando le proprietà coibenti dell'aria a riposo), nonché l'analisi dell'impiantistica mirata alla individuazione dei tracciati e delle canalizzazioni di impianti idrico-sanitari e termici in fase di esercizio, l'andamento delle dispersioni termiche (per le quali sarà conveniente operare il rilievo nella stagione invernale, quando nei locali interni sarà in funzione il riscaldamento), la distribuzione dell'umidità (una muratura bagnata sarà sempre più fredda di una asciutta in quanto le zone asciutte

e quelle umide danno luogo a differenti flussi di emissione termica) e l'identificazione dei ponti termici. L'appaltatore dovrà, ove sarà richiesto, accertare, altresì, la presenza sulle superfici intonacate e sulle pietre calcaree, di zone solfatate, riconoscibili dalla temperatura puntuale che sarà dissimile rispetto a quella di zone carbonatiche.

Oltre che in fase preliminare l'indagine termografica potrà essere prescritta dagli elaborati di progetto nella fase di controllo-collaudo ad esempio, per visualizzare i percorsi preferenziali del materiale iniettato come consolidante e l'immediata segnalazione del formarsi di eventuali sacche e/o distacchi.

Specifiche

L'indagine termografica permetterà di arricchire il rilievo con carte tematiche specifiche quali la carta delle "fughe termiche" (ponti termici e zone di condensa), la carta delle discontinuità strutturali, la carta dell'umidità (con particolare attenzione verso le concentrazioni "anomale), il quadro fessurativo ecc. Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione dati); nell'eseguire la suddetta indagine l'appaltatore dovrà attenersi alle raccomandazioni NorMaL 42/93.

Indagine endoscopica

L'indagine endoscopica è un'analisi analitica di tipo puntuale, di norma "non distruttiva", che permette l'esplorazione di cunicoli e cavità comunicanti con l'esterno ma non raggiungibili dalla visione diretta. Gli endoscopi, utilizzati in edilizia, sono strumenti ottici, elettronici o a fibre ottiche progettati per raggiungere cavità inaccessibili all'osservazione diretta e possono avere diametri molto ridotti che variano da pochi centimetri a qualche millimetro. Oltre al sistema ottico per l'ispezione, l'endoscopio dovrà essere dotato di una testina luminosa (in modo da consentire l'illuminazione dell'interno del foro o dell'intercapedine indagata) e di un sistema di riferimento (posto o sull'oculare o sull'obiettivo) per la stima dimensionale dell'immagine nonché, di idonei sistemi fotografici (preferibilmente fotocamera digitale ad alta risoluzione minimo 5,0 megapixel) o di registrazione (videocamera digitale) applicati all'oculare.

Apparecchiatura

Gli endoscopi potranno essere classificati in tre tipi base con caratteristiche differenti e con diverse possibilità operative:

- rigido (boroscopio): si ricollega ai sistemi ottici tradizionali (essenzialmente simile al periscopio) è costituito da una sonda rigida dotata di un obiettivo unito ad uno o più prismi ed a più gruppi ottici che trasportano l'immagine al piano focale di un oculare esterno. Di norma questo strumento potrà essere prolungato fino ad arrivare ad alcuni metri di lunghezza (circa 8 m), tale misura sarà intrinsecamente legata al suo diametro dato che il potere risolutivo dell'immagine all'oculare sarà notevolmente influenzata dalla luminosità stessa. L'illuminazione (che potrà essere a luce calda o a luce fredda) sarà garantita da una lampadina montata di norma accanto alla testa della sonda. Il sistema a luce calda presenterà sia il vantaggio di non alterare i colori dei materiali indagati, sia di garantire una buona visione, al contempo però potrebbe presentare l'inconveniente di surriscaldare determinati materiali (ad es. il legno) e di denunciare una "zona d'ombra" della sonda nel punto dove è alloggiata la lampadina. La luce fredda non avrà nessuna zona d'ombra e non apporterà

calore ai materiali ma presenterà lo svantaggio di una resa luminosa minore nonché una notevole alterazione dei colori.

- flessibile (fibroscopio): le immagini e l'illuminazione saranno trasmesse con fasci di fibre ottiche (il fascio centrale avrà il compito di trasferire l'immagine mentre quello radiale servirà ad illuminare l'area oggetto di studio); questi tipi non saranno, di norma, prolungabili, ma presenteranno il notevole vantaggio di avere delle dimensioni estremamente ridotte (f 6-8 mm) e di adattarsi alla variazione di linearità del foro; questo tipo si rileverà utile qualora si dovrà indagare cavità preesistenti sfruttando fori irregolari o fessure già formate;
- videoscopio: variante-evoluzione dell'endoscopio flessibile è costituito oltre che da una sonda endoscopica flessibile da un videoprocessore (che ha lo scopo di elaborare i segnali luminosi trasmessi dalla sonda) e da un monitor. Le immagini ricostruite sul video possono essere registrate su supporti magnetici o essere sottoposte a tecniche image processing. Così come nell'endoscopio flessibile la testa della sonda è comandata dall'esterno.

Applicazioni

L'uso di questo strumento si rileverà utile all'appaltatore per eseguire una serie d'indagini di tipo non distruttivo come, ad esempio: la verifica dello spessore delle lastre di rivestimento, la natura e lo stato di conservazione della muratura e del suo allettamento, il controllo degli appoggi dei solai (ispezionando la geometria celata da controsoffitti), l'ispezione delle condutture d'impianti, intercapedini, canne fumarie ecc. Questa tecnica si rileverà molto valida se combinata ad altre tecniche diagnostiche, come ad esempio la termografia. Se non diversamente specificato da prescrizioni di progetto, le immagini memorizzate dovranno essere trasportate, o direttamente registrate, anche su supporto informatico e rielaborate mediante l'impiego di un computer. Questo tipo di archiviazione garantirà sia l'acquisizione di dati fissi e fruibili per successive analisi e/o confronti, sia di ridefinire, anche in un secondo momento, il processo analitico; queste immagini potranno, infine, essere, sottoposte a tecniche di trattamento di immagine digitale in modo che, grazie a sistemi di selezione cromatica, risulteranno in grado di mostrare l'eventuale esistenza di dettagli morfologici e strutturali indistinguibili all'esame macroscopico diretto.

Specifiche

Al fine di favorire l'uso di endoscopi l'appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L., potrà eseguire dei fori (con trapano ad esclusiva rotazione) o dei micro-carotaggi (generalmente di dimensioni comprese tra 8 e 16 mm). Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore fornire una soddisfacente documentazione fotografica o filmata sull'analisi nonché, restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione dati).

Indagine magnetometrica (o magnetoscopia)

Tecnica analitica "non distruttiva" consente il rilevamento di materiali ferromagnetici e non nascosti all'interno di materiali inerti, quali le murature e i conglomerati. Il principio su cui si basa è quello dell'induzione elettromagnetica, ovvero della capacità di un campo magnetico di indurre una corrente elettrica e viceversa. L'indagine potrà essere eseguita secondo le prescrizioni di progetto tramite un magnetometro o un metal-detector ovvero uno strumento composto da un oscillatore che genererà corrente ad alta frequenza attraverso una bobina; in presenza di metalli si avrà un forte

assorbimento di corrente, proporzionale al quadrato della distanza. Dietro indicazioni della D.L. potrà essere utilizzato un apparecchio portatile leggermente più complesso, alimentato con batterie interne, composto da una sonda collegata via cavo con la centralina di misura; la sonda sarà costituita da una bobina che emetterà una frequenza di valore opportuna e di una seconda bobina normale a questa. Il magnetometro a doppia bobina sarà in grado di indagare più in profondità rispetto al metal detector monobobina. L'indagine avverrà passando, meticolosamente, con movimento lento e regolare la sonda sulla superficie da investigare (sarà, pertanto, necessario un continuo contatto con la superficie da indagare); l'eventuale presenza di metalli nell'area d'influenza farà mutare il voltaggio della bobina secondo un rapporto diametro/copertura dell'oggetto metallico; vale a dire: il segnale elettrico emesso sarà in funzione della dimensione e della profondità dell'elemento; tali variazioni verranno visualizzate sull'unità di rilevamento attraverso un indicatore di tipo analogico. L'indagine magnetometrica sarà a carattere puntuale cioè, il dato ottenuto si riferirà a ciò che sarà investito dal campo elettromagnetico, che coincide con la dimensione della sonda e non permetterà, pertanto, di valutare lo stato di degrado o di corrosione dell'elemento metallico.

Applicazioni

Negli edifici storici, l'appaltatore potrà essere chiamato ad utilizzare tale tecnica al fine di rilevare le tubature (in ghisa grigia, piombo, rame, ferro ecc.) all'interno delle murature, verificare l'esistenza di zanche, chiodature, staffature od elementi metallici di ancoraggio tra lastre di rivestimento e la struttura portante od ancora per precise localizzazioni (con relativi dimensionamenti) di rinforzi di natura metallica come tiranti, catene o capochiavi annegati nella muratura od ancora spallette metalliche di sostegno di nuove aperture. All'appaltatore potrà, anche, essere richiesta di eseguire l'indagine, mediante un particolare magnetometro detto "pacometro", al fine di individuare le gabbie di armatura nelle strutture di cemento armato (il pacometro sarà, infatti, in grado di rilevare numero e diametro dei ferri e lo spessore del copriferro, anche se, in caso di più barre ravvicinate, l'operazione dovrà essere eseguita con particolare attenzione in quanto, i segnali di localizzazione potranno influenzare la stima del copriferro).

Il rilievo con magnetometro eseguibile su manufatti con fregi decorativi e/o pittorici dovrà, necessariamente, essere governato dall'uso di apparecchi contraddistinti da emissioni di onde elettromagnetiche a bassissima frequenza e ridotta potenza.

Specifiche

Questo tipo d'indagine da utilizzare preferibilmente come completamento ad altre (ad es. termografia) presenterà i limiti di essere fortemente sensibile ai forti sbalzi di temperatura e ai forti campi elettromagnetici nonché sarà praticamente inutilizzabile per indagare oltre i 10-12 cm di profondità. Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore nonché segnalare i ritrovamenti su apposita carta tematica. Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione d'interpretazione dati).

Indagine georadar

L'indagine georadar (GPR Ground Penetrating Radar) è una metodologia geofisica di rilevazione elettromagnetica, rigorosamente "non invasiva" di carattere qualitativo (consentirà, infatti, l'interpretazione delle caratteristiche delle differenti "riflessioni" sotto forma di geometria e di

intensità del segnale ricevuto) ed esteso (nonostante l'area analizzata sia circoscritta alla superficie d'appoggio dell'antenna ricetrasmittente, la registrazione avverrà facendo passare l'antenna su vasti tracciati d'indagine). Il principio su cui si basa sarà quello delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza che verranno inserite, riflesse e ricevute, così da acquisire dati sulla natura e lo stato fisico d'elementi al di sotto delle superfici di finitura quali intonaci, rivestimenti lapidei, pavimenti ecc. La propagazione delle onde elettromagnetiche si legherà alle costanti dielettriche, proprie dei materiali, derivate, a loro volta, dallo stato fisico dei materiali stessi (conducibilità, porosità, densità, permeabilità ecc.) di conseguenza, maggiore sarà la differenza tra le caratteristiche elettromagnetiche degli elementi che compongono l'oggetto di indagine maggiore sarà la facilità e l'esattezza di registrazione dati (ad es. aria-pietra o pietra-metallo).

Apparecchiatura

Il dispositivo trasmittente-ricevente (antenna) collegato, per mezzo di un cavo in fibre ottiche, ad un'unità centrale (registratore magnetico e restitutore grafico) invierà una serie ininterrotta di impulsi elettromagnetici all'interno del manufatto ovvero del terreno. In presenza di superfici di discontinuità una prima quota di energia verrà riflessa e raccolta dalla sezione ricevente dell'antenna contemporaneamente, la porzione rimanente entrerà più a fondo per essere "specchiata" da un piano sottostante. Simultaneamente ai movimenti-rivelatori dell'antenna il registratore magnetico registrerà il segnale che verrà riprodotto da quello grafico il quale darà vita ad una sezione continua spazio-tempo, nella quale saranno osservabili le "impronte" delle diverse riflessioni o, in ogni caso, delle anomalie delle risposte. Ogni singola sezione riporterà sull'asse delle ascisse i valori della lunghezza mentre su quello delle ordinate la profondità; le intensità di riflessioni saranno ben riconoscibili con scale di colore o con differenti tonalità di grigio. Ove richiesto dalle prescrizioni di progetto sarà cura dell'appaltatore rielaborare le informazioni acquisite con idonee ricostruzioni 3D.

Le antenne che l'appaltatore dovrà, necessariamente, utilizzare dovranno essere diverse in rapporto alla profondità d'analisi e al tipo di obiettivo richiesto dalle prescrizioni di progetto; le frequenze andranno da 100 a 1500 MHz (per indagini di tipo archeologico se non diversamente specificato si utilizzeranno antenne con frequenza compresa tra i 100 e i 400 MHz con profondità di indagine variabile da pochi metri a qualche decina di metri; per rilievi su manufatti architettonici le frequenze di esercizio saranno comprese tra i 500 e i 1500 MHz con profondità non superiori, di norma, a 1,5 m) tenendo presente, però, che più bassa sarà la frequenza più aumenterà il grado di penetrazione del segnale, ma, contemporaneamente, diminuirà in proporzione, il grado di definizione e la sensibilità di rilevazione.

Applicazione

La procedura esecutiva del rilievo radar conterà nell'esecuzione di una sequenza di sezioni radarstratigrafiche da spostare lungo percorsi di rilievo prestabiliti dagli elaborati di progetto al fine di produrre profili delle superfici indagate. L'antenna ricetrasmittente dovrà scorrere su un'area sufficientemente piana e liscia seguendo movimenti continui e abbastanza lenti. I fattori principali che l'appaltatore dovrà valutare per operare una rilevazione georadar sono: spessore del mezzo da indagare, la dimensione dell'obiettivo da ricercare e relative caratteristiche elettromagnetiche.

All'appaltatore potrà essere fatta richiesta di utilizzare l'indagine georadar nei seguenti campi:

- archeologia con l'individuazione di siti archeologici sepolti (in concomitanza di altri tipi di indagini quali l'interpretazione aereofotogrammetrica) e il rilievo di preesistenze inaccessibili;

- ambiente al fine di accertare la presenza di cavità, camminamenti, localizzazione di ordigni bellici inesplosi, presenza di elementi che potrebbero essere di intralcio a procedure di interrimento cavi;
- architettura/restauro al fine di accertare nelle sezioni verticali la presenza di cavedi, canne fumarie, impianti sotto traccia, stratigrafia e classificazione delle murature con identificazione delle superfici di separazione dei differenti materiali, rilievo di elementi di continuità quali fessurazioni, fratture e lesioni, l'eventuale presenza di zone umide, nonché per il controllo dell'ancoraggio di lastre di rivestimento ovvero rinforzi di natura metallica come tiranti, catene o capochiavi. In fase di controllo-collauda potrà essere prescritta per visualizzare i percorsi preferenziali del materiale iniettato come consolidante. Nelle strutture orizzontali, invece, potrà essere richiesta al fine di determinare locali interrati, antiche fondazioni, stratigrafie di pavimenti e di solai con l'individuazione delle strutture primarie e secondarie, inoltre, nelle strutture voltate potrà, essere richiesta per stimare lo spessore del riempimento e della struttura portante.

Specifiche

Questo tipo di indagine dovrà essere, preferibilmente, utilizzata come completamento di indagini storiche ed archivistiche dalle quali sarà possibile, sia ricavare informazioni per indirizzare la scansione nonché minimizzare eventuali operazioni di scavo, sia trarre giustificazioni di quanto rilevato dal georadar. Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore. Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione dati).

Indagine tomografica sonica

L'indagine tomografia sonica è una tecnica rigorosamente "non distruttiva" che si basa sulla trasmissione e successiva ricezione d'onde elastiche con frequenza inferiore ai 5 kHz passanti nell'oggetto da studiare.

La tomografia sonica indagherà il manufatto con una rete molto fitta di misure soniche che attraverseranno la medesima sezione con diverse angolazioni.

La strumentazione sarà quella utilizzata per le normali indagini soniche; al fine di ridurre i tempi di acquisizione dati potrà essere indicato utilizzare un sistema di registrazione multicanale che raccolga simultaneamente i segnali. Il risultato finale si concretizzerà nella rappresentazione delle velocità per sezioni indagate (ricostruibili in 3D) secondo una scala cromatica prefissata (che potrà variare dal magenta al blu indicando il primo basse velocità e il secondo alte velocità).

Valori bassi della velocità mostreranno la variazione negativa delle caratteristiche elastiche e meccaniche indicando un possibile deterioramento della struttura.

Per assicurare un risultato attendibile sarà cura dell'appaltatore indagare la sezione con un'appropriata, quanto sufficiente, copertura angolare; questo sarà facilmente ottenibile quando si opererà in sezioni orizzontali di elementi raggiungibili da ogni lato; nel caso di murature o comunque di sezioni verticali dove l'accesso sarà possibile solo su due lati della sezione si avrà un'abbassamento di affidabilità specialmente nelle zone della sezione adiacente ai lati non accessibili.

Specifiche

Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore. Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione dati).

Indagine tomografica elettrica

La tomografia elettrica di superficie (ERT Earth Resistence Tomography) è una metodologia geofisica non distruttiva che consente di determinare la distribuzione della resistività (resistenza opposta dal terreno o dalle murature al passaggio di corrente elettrica) nelle tre direzioni spaziali; questa tecnica sarà, preferibilmente, indirizzata verso indagini di tipo archeologico (esplorazione indiretta del sottosuolo), tuttavia, ove richiesto da specifiche di progetto, potrà essere applicata anche per indagare le murature in elevazione.

Questa specifica metodologia di indagine, messa a punto per consentire un'acquisizione automatica sul campo e per un'interpretazione dei dati in termini bi-tridimensionali, si attua mediante l'utilizzo di un numero abbastanza elevato di elettrodi (16, 24, 32, 64 ed oltre a placca da applicare sulla superficie muraria o a picchetti in rame da inserire nel terreno) in relazione alla risoluzione e alla profondità d'indagine richiesta negli elaborati di progetto. I suddetti elettrodi potranno essere disposti, secondo le prescrizioni della D.L., in pozzetto (Tomografia Elettrica in Pozzo) e/o in superficie (Profili Topografici di Superficie).

Gli elettrodi dovranno essere messi in opera distanziati tra loro in ugual misura e collegati ad una apparecchiatura computerizzata allo scopo di agevolare il reperimento di una gran quantità di dati particolareggiati sull'evoluzione laterale e verticale della resistività elettrica; la corrente verrà applicata ad una prima coppia di elettrodi (identificati come A e B) così da poterne misurare la differenza di potenziale con un'altra coppia (C e D). L'operazione dovrà essere ripetuta con una seconda coppia di trasmissione fino a raggiungere il numero massimo di misure indipendenti in relazione alla quantità di elettrodi disponibili. La suddetta sequenza dovrà, necessariamente, essere pre-programmata e interamente automatica Sarà cura dell'appaltatore elaborare, mediante idonei software avanzati, i dati reperiti così da ottenere immagini 2D o 3D.

L'evoluzione sia verticale che laterale della resistività apparente dovrà essere rappresentata con un grafico (pseudosezione) dove tutti i punti di uguale resistività dovranno essere collegati da una curva detta isoresistiva. Il rilevato dovrà essere letto in modo da poter sostituire alle resistività apparenti la distribuzione delle resistività reali.

Specifiche

Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore. Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione dati).

Indagine sonica (auscultazione sonica)

L'indagine sonica è una tecnica analitica di natura fisica di norma "non distruttiva" di tipo puntuale che consente di interpretare le caratteristiche qualitative dei materiali (consistenza fisica e stato di conservazione) misurando ed analizzando le modalità di propagazione di onde elastiche entro un corpo solido. La propagazione di onde elastiche dipenderà strettamente dall'omogeneità del materiale e dal suo modulo elastico.

Apparecchiature

La strumentazione che dovrà essere utilizzata dall'appaltatore dovrà essere costituita in linea generale, da una sorgente di emissione di onde elastiche (martello, vibratore elettromagnetico od aria compressa), da un captatore dell'energia sonora (velocimetro, accelerometro, microfono) e da un apparecchio di rilevazione dei segnali, composto da un amplificatore, un analizzatore di segnali, un oscilloscopio ed un registratore.

Applicazioni

Con tale apparecchiatura l'appaltatore rileverà la deformazione delle onde elastiche (onde sonore a bassa frequenza da pochi Hz ad un massimo di 16 kHz e ad ampia lunghezza d'onda) in un corpo sollecitato a compressione e a taglio (rispettivamente onde longitudinali o primarie P e trasversali o secondarie S): nel suo propagarsi, l'onda elastica perderà naturalmente energia, principalmente per la riduzione dell'intensità iniziale legata alla legge di propagazione, la diminuzione sarà maggiore se vi sarà una diminuzione dell'omogeneità del mezzo. Le frequenze registrate saranno, pertanto, in relazione alle caratteristiche e alle condizioni di integrità della muratura. In presenza di non omogeneità del materiale (anche minime tre elemento ed elemento) la velocità sonora di propagazione diminuirà pertanto, in caso di apparecchio murario (pietra o laterizio) composto da elementi che presentino più o meno le stesse caratteristiche elastiche la variazione di velocità potrà indicare una migliore o peggiore condizione della malta di allettamento. Le lesioni e le condizioni di degrado tagliano le frequenze più alte del segnale acustico disperdendo in modo "anomalo" l'energia.

Le indagini più ricorrenti che potranno essere richieste all'appaltatore, saranno quelle per stabilire la misurazione della profondità di piano di posa delle fondazioni di muratura portante (metodo del carotaggio sonico⁴, del cross-hole⁵ o del down-hole⁶ sonico, tutti e tre i metodi prevedranno l'inserimento perfettamente verticale di una o più sonde nel terreno), la continuità, lo stato di conservazione e la funzionalità (intesa come tensionamento) di catene metalliche inglobate nella muratura per individuarne lesioni o discontinuità murarie, la presenza di riempimenti "a sacco" nelle murature, la presenza di cavità all'interno di un apparecchio murario e la caratterizzazione degli apparecchi murari in funzione dello strato d'aggregazione malta/laterizio.

Oltre che in fase preliminare l'indagine sonora potrà essere prescritta, dagli elaborati di progetto, nella fase di controllo-collaudato al fine di verificare la validità di un consolidamento murario: l'indagine consentirà di valutare l'eventuale incremento di densità della struttura muraria.

Al fine di ottenere dati statisticamente rappresentativi e una più corretta lettura sarà cura dell'appaltatore eseguire, se non diversamente specificato dalla D.L. o da caratteristiche proprie del cantiere (ad es., murature superiori a 80-100 cm di spessore), misurazioni per trasparenza⁷ secondo una maglia regolare (che coprirà alcuni m²) preventivamente predisposta sulla superficie nonché elaborare una mappa della velocità che dovrà dare informazioni sui mutamenti delle peculiarità elastiche di quella data muratura nonché segnalare l'eventuale esistenza di lesioni o soluzioni di continuità (ad es., fessurazioni dovute a cattivi ammorsamenti, rinforzi ecc.).

Per migliorare ulteriormente la lettura, ove richiesto da specifiche della D.L., l'appaltatore si dovrà munire di un sistema di riferimento (ad es. misurazioni prima e dopo eventuali interventi, paragone dei risultati ottenuti in materiali ben conservati con quelli ritenuti degradati).

Specifiche

Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore. Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione dati).

Indagine ultrasonica

L'indagine ultrasonica, è una tecnica analitica di natura fisica rigorosamente "non distruttiva" di carattere puntuale in grado di fornire risposte di tipo quantitativo e qualificativo; le prove potranno essere svolte in situ o in laboratorio. Questa indagine permetterà di conoscere, con accettabile precisione, la qualità e le difformità dei materiali da costruzione (pietre e legno) analizzando il comportamento e le regole di diffusione, al loro interno, di particolari onde elastiche contraddistinte da frequenze superiori ai 20 kHz. Il sistema si baserà sulla determinazione della velocità di propagazione delle onde sonore attraverso il mezzo studiato e sulla registrazione del segnale ricevuto.

Apparecchiature

La strumentazione elettronica utilizzata dall'appaltatore dovrà essere composta, in linea generale, da una centralina elettronica di rilevazione dotata di un cronometro ad altissima precisione (al decimo di milionesimo di secondo) a cui saranno collegate due sonde una emittente ed una ricevente (identiche ed interscambiabili) a frequenza fissa di tipo piezoelettrico, e da un'unità oscilloscopica (collegata alla centralina di rivelazione) che visualizzerà il segnale acustico che avrà attraversato il corpo solido.

Applicazioni

Gli schemi che l'appaltatore potrà utilizzare per posizionare le sonde saranno: per trasmissione diretta (le due sonde saranno posizionate in due punti speculari su due facce parallele, metodo più attendibile); per trasmissione semi-diretta (le sonde saranno posizionate su due facce ortogonali), per trasmissione indiretta (le sonde saranno posizionate entrambe su di una faccia, metodo meno sensibile sarà obbligo, pertanto, eseguire più serie di misurazioni a varie distanze).

Se non diversamente specificato le frequenze di lavoro, potranno oscillare dai 50 ai 200 kHz, la scelta della frequenza e, di conseguenza, della sonda sarà legata alla singola problematica, in particolare si utilizzeranno onde ultrasoniche a bassa frequenza maggiori di 40 kHz ma inferiori a 200 kHz per indagare materiale sufficientemente compatto come pietra, laterizio e legno; onde ad alta frequenza comprese tra i 500 kHz e i 1,5 MHz per indagare la difettosità di materiali ad alta densità, molto compatti quali ceramiche e metalli.

Al fine di garantire una lettura dei dati la più esatta possibile sarà cura dell'appaltatore eseguire più serie di misurazioni nonché assicurare il miglior contatto possibile tra le sonde ed il manufatto da indagare; se non diversamente specificato da indicazioni della D.L. il contatto dovrà essere garantito interponendo, tra la superficie sensibile delle sonde e quella da analizzare, uno strato di materiale viscoso quale olio, grasso, gel, plastilina o simili. All'appaltatore potranno essere richieste tre tipologie di misure: le misure della velocità del suono in superficie, le misure radiate e le misure in trasparenza. Le prime dovranno essere svolte in modo da garantire l'identificazione delle degenerazioni superficiali del materiale; le seconde dovranno consentire di verificare l'omogeneità del materiale a differente distanza dall'area e saranno ottenibili allorché sia la superficie interna sia quella esterna saranno praticabili; infine, le misure in trasparenza dovranno essere eseguite in modo da poter analizzare il materiale in tutto il suo spessore.

Le indagini più ricorrenti (da eseguirsi in situ o su campioni in laboratorio) che potranno essere richieste all'appaltatore, sono:

- per gli elementi litoidi: presenza di microfessurazioni od altre imperfezioni, spessore degrado superficiale, differenti caratteristiche meccaniche secondo i tre assi cartesiani, caratteristiche meccaniche in relazione agli standard;
- per gli elementi in legno: spessore della degradazione superficiale, caratteristiche meccaniche rilevate nelle due direzioni, parallelamente ed ortogonalmente alle fibre, presenza di irregolarità quali nodi, microfessurazioni ecc., densità relativa;
- per gli elementi in calcestruzzo: omogeneità delle miscele, presenza di microfessurazioni od altre imperfezioni, caratteristiche meccaniche.

Specifiche

Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore. Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione dati).

Art. 79 - TECNICHE PER LA MISURAZIONE DELL'UMIDITÀ - GENERALITÀ

La misurazione dell'umidità, ricorrendo all'utilizzo delle specifiche strumentazioni e metodologie, dovrà necessariamente essere indirizzata alle zone maggiormente colpite dal fenomeno; l'individuazione preliminare delle aree aggredite, consentirà di evitare dispendiose e spesso inefficaci indagini generalizzate.

In questo caso diviene di peculiare importanza valutare, durante il sopralluogo, tramite un rilievo a vista, lo stato di fatto del manufatto in relazione alle condizioni al contorno ovvero: caratteristiche geologiche del terreno, approvvigionamento e smaltimento delle acque, efficienza delle strutture (coperture, vespai, murature ecc.), condizioni climatiche ecc. A tale scopo potrà risultare utile monitorare il manufatto per un periodo di tempo (definito in relazione allo specifico caso), così da poter raccogliere una gran quantità di dati in riferimento ai punti sopra elencati; le informazioni desunte, dovranno poi essere elaborate correlate tra loro e relazionate in riferimento allo stato di fatto rilevato. Le diverse strumentazioni disponibili per tale misurazione dovranno essere in grado di fornire indicazioni a carattere comparativo così da poter determinare la differenza, all'interno di un medesimo contesto, tra una muratura sana e una aggredita da fenomeni relativi all'umidità.

In funzione degli obiettivi stabiliti potranno essere impiegati metodi ed apparecchi diversi in grado di definire, in ogni caso, il fenomeno in termini numerici: per l'umidità ambientale (temperatura dell'aria, temperatura superficiale, umidità relativa) si utilizzeranno le misure igrotermiche, mentre per l'umidità dei materiali, si determinerà il contenuto d'acqua.

La caratteristica che accomuna tutti i metodi di misurazione è che l'operazione ha carattere puntuale. Per avere un quadro generalizzabile risulterà opportuno attuare una campagna di rilevazione abbastanza estesa. Nei casi di muratura umida, causata ad esempio da fenomeni di risalita capillare, la campionatura del contenuto d'acqua, dovrebbe prevedere rilievi a diverse profondità (superficiale circa 3-4 cm, interne circa 10-12 cm e profonde > di 20 cm), allo scopo di conoscere la capacità di evaporazione della muratura a quote diverse dal piano di calpestio (ad esempio 50 cm, 150 cm e a 200 cm da terra) e per conoscere l'entità dell'azione capillare.

Le apparecchiature si diversificheranno in relazione alla specifica misurazione ovvero: misure igrometriche (psicrometro e igrografo a capello), misure della temperatura dell'aria (termometri a mercurio o ad alcool, termometri a lamina bimetallica, termometri a termocoppia, termometri a semiconduttori), misure della temperatura superficiale (si utilizzano gli stessi impiegati per la misurazione della temperatura dell'aria), rilevatori di condensazione (rilevatori di condensazione ed appannamento e a variazione di resistenza), misure relative al contenuto d'acqua nelle strutture (metodi diretti e indiretti) e misure contemporanee di differenti variabili (termoigrografo, termoigrometro, termometri digitali).

Misure igrometriche

Le misurazioni igrometriche hanno lo scopo di definire i valori dell'umidità relativa ovvero, il rapporto percentuale fra l'umidità effettivamente contenuta nell'aria ad una data temperatura e l'umidità massima che, alla stessa temperatura, potrebbe esservi contenuta. I valori dell'U.R. dovrebbero essere compresi tra il 35% e il 70%.

Lo psicrometro si compone di due termometri uguali uno con bulbo libero e asciutto e l'altro avvolto in una garza che dovrà essere mantenuta bagnata; l'attivazione di una leggera ventilazione accelererà l'evaporazione della garza con conseguente raffreddamento del bulbo mentre il bulbo asciutto non subirà nessuna alterazione. La differenza di temperatura tra i due bulbi risulterà tanto maggiore quanto più veloce sarà l'evaporazione dell'acqua; la misurazione dello scarto termico consentirà di calcolare l'U.R. dell'aria. Nei casi in cui l'umidità dovesse raggiungere i 100% lo scarto risulterebbe uguale a zero. Se allo psicrometro viene aggiunto un elaboratore elettronico risulterà possibile misurare anche la temperatura dell'aria, quella di rugiada e l'umidità assoluta. È opportuno non utilizzare tale strumentazione con temperature prossime a 0°C poiché, è facilmente intuibile, che il bulbo bagnato gelerebbe.

L'igrografo a capello si basa sulla proprietà che hanno specifici materiali (capelli umani e certe fibre organiche) di aumentare o diminuire di lunghezza al variare dell'umidità dell'aria; le variazioni desunte dovranno essere riportate su indice numerico. Si tratta di uno strumento la cui praticità e facilità di applicazione lo rende particolarmente idoneo ad essere utilizzato in cantiere; occorre tener presente però, che risulta essere soggetto a perdere la taratura, per questo sarà opportuno provvedere periodicamente (ogni due tre mesi) a ritrarlo. La registrazione dei dati potrà essere realizzata a discrezione dell'operatore (giornalmente, settimanalmente o mensilmente) e se accoppiato con un termometro a lamina bimetallica potrà dare anche la temperatura dell'aria.

Misure della temperatura dell'aria

Le strumentazioni per operare questa misurazione sono:

- termometri a mercurio, si basano sul principio della dilatazione termica degli elementi; utilizzati sovente in laboratorio per tarare e controllare gli altri tipi di strumenti;
- termometri a lamina bimetallica, basati sulla deformazione subita da una lamina bimetallica (composta da due strisce metalliche, con diverso coefficiente di dilatazione, sovrapposte e saldate tra loro) al variare della temperatura. Lo strumento non sempre garantisce un elevato grado di precisione;
- termometri a termocoppia, si basano sulla differenza di potenziale che si stabilisce tra due giunzioni, di metalli diversi, mantenute a temperatura differente; mantenendo una giunzione a temperatura nota risulterà possibile dedurre la temperatura dell'altra giunzione

misurando la differenza di potenziale. L'elemento di giunzione, costituito da due fili sottilissimi, consentirà di rilevare anche misure puntiformi, per contro risulterà difficile mantenere costante la temperatura di riferimento. Questi specifici termometri risulteranno particolarmente adatti per registrazioni di temperatura prolungate nel tempo;

- termometri a semiconduttori, si tratta di uno strumento pratico in virtù della precisione e facilità con la quale si può misurare una variazione di resistenza elettrica; la temperatura verrà rilevata attraverso un sensore composto da un elemento che varia la sua resistenza al variare della temperatura, conoscendo la resistenza elettrica risulterà possibile risalire alla temperatura dell'aria.

Misure della temperatura superficiale

Gli strumenti atti a misurare la temperatura dell'aria risulteranno in grado di rilevare anche la temperatura superficiale a patto che sia assicurato un perfetto contatto tra l'elemento prescelto per la misurazione e la struttura al fine di evitare che la temperatura dell'aria influenzi, alterandola, la misurazione. A tale scopo, per limitare l'influenza dell'aria, l'elemento sensibile (termometri a termocoppia, a termistori o a semiconduttori) dovrà essere inserito in un cono di argilla applicato sulla superficie muraria. La temperatura interna di una struttura muraria potrà essere rilevata inserendo il cono all'interno di un foro facendo cura di riempire lo spazio, tra l'elemento e le pareti del foro con materiale compatto così da evitare l'influenza della temperatura dell'aria all'interno della cavità.

Rilevatori di condensazione

I fenomeni relativi alla condensazione difficilmente risulta possibile coglierli durante la loro azione, per questo sarà necessario ricorrere all'utilizzo di rilevatori che, grazie al collegamento ad un registratore risulteranno capaci di rilevare la durata e la frequenza del fenomeno come i:

- rilevatori di condensazione ed appannamento, l'operazione consiste nella misurazione dell'attenuazione che un fascio di luce a raggi infrarossi subisce dopo aver colpito una piastrina metallica fissata sulla superficie oggetto di indagine. L'eventuale presenza di condensazione sarà segnalata se il rilevatore segnerà una riduzione di intensità del fascio in quanto assorbito dall'acqua depositatasi sulla piastrina;
- rilevatori di condensazione a variazione di resistenza, l'operazione di rilevazione è affidata ad una basetta isolante a bassa inerzia termica fissata al muro, che collega due elettrodi molto vicini tra loro; secondo il principio per cui la resistenza elettrica che passa tra i due elettrodi tende a precipitare in presenza di condensazione, la basetta asciutta rivelerà la resistenza elevata tra i due elettrodi denunciando così un'assenza di condensa. La risuscita dell'operazione dipenderà dallo stato della basetta che dovrà pertanto, risultare sempre pulita e priva di sali onde evitare di falsare la misurazione.

Misura del contenuto d'acqua nelle strutture

I metodi che consentono la misurazione del contenuto d'acqua possono essere diretti (prove di laboratorio) e indiretti;

metodi diretti, implicano analisi di laboratorio da eseguirsi su campioni di muratura prelevati in situ mediante carotaggi o perforazioni:

- il metodo ponderale prevede l'individuazione del contenuto d'acqua calcolando la differenza tra il peso dello stato umido ed il peso dello stato secco, essiccati. Il prelievo del campione umido potrà essere effettuato utilizzando lo scalpello o la carotatrice a secco a bassissima velocità di rotazione così da non implicare sviluppo di calore e successiva evaporazione di acqua; il campione dovrà essere inserito all'interno di un recipiente (in vetro o in polietilene), preventivamente pesato, con tappo a tenuta. In laboratorio si peserà prima il contenitore con il campione all'interno e successivamente solo il campione di materiale prelevato, dopodiché si passerà all'essiccamento in stufa (tipo quelle a corrente di aria calda o con ricambio d'aria trascurabile) ad una temperatura pari a 105°C (facendo cura di non superare la temperatura di 110 °C) e alla successiva determinazione del peso del campione così essiccato e della percentuale di umidità riferita al peso umido, a quello secco ed al volume. Questo metodo, circoscrivendo i dati relativamente al campione prelevato, non potrà denunciare un valore di riferimento per tutta la muratura; perché ciò sia possibile occorrerà operare numerosi prelievi in diversi punti della struttura;
- il metodo del carburo di calcio si basa sulla lettura della pressione generata da un gas che si sprigiona a seguito di una reazione chimica. L'operazione consiste nel prelevare un campione di muratura che, dovrà ridotto in polvere dovrà essere mescolato, all'interno di un recipiente metallico indeformabile ed ermetico, con una dose prefissata di carburo di calcio in misura proporzionale al materiale prelevato. Dall'omogenea miscelazione delle due polveri si svilupperà dell'acetilene la cui quantità si rapporterà alla quantità di acqua presente nel campione; l'acetilene svilupperà una pressione sul manometro a chiusura del contenitore tanto maggiore quanto maggiore è il quantitativo di acqua. Lo sviluppo di acetilene è direttamente proporzionale al quantitativo di acqua che potrà essere dedotto se risulterà possibile conoscere la quantità standard del materiale esaminato; da questo si evince come l'esattezza dell'analisi dipenda dalla conoscenza della composizione del materiale, inoltre in virtù della perdita d'acqua che avviene per evaporazione durante l'operazione di polverizzazione del materiale, è opportuno prelevare il campione in condizioni che garantiscano una contenuta evaporazione superficiale di acqua.

metodi indiretti, a differenza dei metodi diretti non prevedono operazioni distruttive (prelievi di campioni) tra le diverse strumentazioni vi sono:

- misuratori a lettura di resistenza elettrica; rilevano le variazioni di resistenza elettrica fra elettrodi (a forma di aghi) posti nella muratura. Si basano sul principio per cui risulta possibile assimilare il comportamento di una muratura umida a quello di una resistenza; le sonde applicate sulla muratura sono collegate da uno strumento di misura in grado di esprimere dei valori (in percentuale) relativi al contenuto di acqua. La corrente elettrica sarà proporzionale al contenuto di acqua per cui, maggiore sarà la presenza di acqua tanto più risulterà la conducibilità elettrica. Questo metodo non sarà in grado di effettuare misurazioni in profondità (non oltre qualche centimetro) per cui interesserà solo gli strati superficiali dei materiali inoltre, dovrà essere fatta attenzione al margine di errore legato alla presenza di sali (che influenza la resistenza elettrica) e alla natura stessa del materiale esaminato;
- misuratori di costante dielettrica, rilevano la costante dielettrica tra due elettrodi a piastra appoggiati sulla stessa faccia della muratura (misurazione della costante del materiale di contatto) oppure, sulle due facce della parete (misurazione della costante di sezione). La prima misurazione avverrà su di una zona asciutta la seconda su di una zona umida; il confronto tra le due differenti misure consentirà di ricavare il valore dell'umidità. A

differenza degli elettrodi ad ago, quelli a piastra risultano meno influenzabili dalla presenza di sali;

- misuratori del contenuto d'acqua a neutroni, il materiale viene attraversato da microonde; l'attenuazione della loro energia iniziale sarà connessa alla presenza di acqua nel materiale esaminato.

Misure contemporanee di differenti variabili

La specifica strumentazione non restituirà dati in tempo reale e dovrà necessariamente essere posizionata in situ per una durata di tempo prestabilita. Gli strumenti più comunemente usati sono:

- termoigrografo, lo strumento legge e trascrive i dati relativi alla U.R. e alla temperatura tramite l'ausilio di un cilindro (unità di registrazione) che riporta un apposito tabulato in carta sul quale verrà adagiato un ago che riporterà l'andamento giornaliero relativo alla temperatura e all'umidità;
- termoigrometro, tramite l'ausilio di apposite sonde lo strumento risulterà in grado di registrare l'umidità assoluta (da 0,1 a 150 g di acqua per kg di aria), l'umidità relativa (dal 15 al 90%), il punto di rugiada (da -40° a + 60 °C) e la temperatura dell'aria (da - 40 a +120 °C);
- termoigrometri digitali, risulteranno in grado di rilevare l'umidità relativa e la temperatura ambiente reagendo rapidamente alle variazioni di umidità.

Art. 80 – MONITORAGGIO RILIEVO DINAMICO

Con il termine monitoraggio o rilievo dinamico dovrà essere inteso un sistema di registrazione temporaneo di dati la cui conseguente interpretazione determinerà una casistica comportamentale del fenomeno. In tali procedure di "rilievo" (riproposte in maniera ciclica più o meno regolare) la frequente memorizzazione dei dati richiederà, di metodi di rilevazione da attuarsi in tempi relativamente ridotti e possibilmente a costi contenuti. Controlli ripetuti nel tempo serviranno a limitare i rischi che si manifesteranno negli intervalli di transizione (ovvero nel lasso di tempo in cui i manufatti non saranno "protetti") durante i quali i deterioramenti potrebbero progredire in maniera incontrollata.

Tutti i sistemi di monitoraggio necessiteranno obbligatoriamente di una accurata manutenzione da parte dell'appaltatore, così da poter verificare periodicamente il corretto funzionamento del sistema e dell'eventuale taratura degli strumenti.

Telerilevamento

Al fine di documentare l'evoluzione delle patologie del degrado e lo stato di conservazione degli apparecchi murari o delle strutture in genere nel periodo durante il quale esse rimarranno non protette ovvero durante periodi di stasi dei lavori, sarà cura dell'appaltatore, ove prescritto dagli elaborati di progetto, eseguire alcuni monitoraggi-campione (nel numero e della dimensione indicata dalla D.L.) lungo tutte le strutture, nelle diverse esposizioni e su differenti materiali. Tali rilevamenti-campione saranno eseguiti mediante telerilevamento (indagine non distruttiva, passiva, indiretta) ossia fotografie ripetute ad intervalli di tempo regolari "commentate" in apposite schede pre-progettate e/o aggiornate in corso d'opera (v. specifiche in calce a questo articolo). Il telerilevamento dovrà, necessariamente, essere eseguito in un lasso di tempo pre-programmato

secondo le esigenze del progetto e della tipologia di indagine (variabile da poche settimane a diversi mesi). In questa particolare “indagine-rilievo” l'appaltatore dovrà porre particolare cura sia nell'eseguire le riprese fotografiche (ripresa a quadro verticale ossia conservando il parallelismo tra superficie in analisi e piano focale), seguendo le indicazioni dettate dalla D.L., sia nel compilare per ogni singolo fotogramma significativo utilizzato per il monitoraggio i campi presenti nella specifica scheda tipo di rilievo.

Applicazioni e apparecchiature

Al fine di eseguire la procedura di rilievo dinamico (monitoraggio) l'appaltatore potrà utilizzare il telerilevamento avvalendosi secondo le prescrizioni di progetto di fotografie in b/n, a colori o all'infrarosso (I.R.).

La fotografia sia in b/n sia a colori eseguita mediante fotocamere 35 mm reflex (ovvero in formati maggiori opportunamente equipaggiati) o digitali (risoluzione minima 5,0 Megapixel) costituirà non solo un mezzo ausiliario alle operazioni di rilevamento ma anche una vera e propria tecnica di indagine sussidiaria al rilevamento in quanto essa sarà rivolta a verificare ed integrare le informazioni della rappresentazione grafica segnalando aspetti difficilmente documentabili attraverso il disegno (quali ad es. le patologie degenerative o lo stato fessurativo) al contempo si rileverà un utile strumento di monitoraggio e/o di controllo delle trasformazioni subite dal manufatto nel corso dell'intervento di restauro o, più in generale della sua vita.

La fotografia in b/n e a colori potrà essere richiesta, all'appaltatore, oltre, naturalmente come mezzo documentario (foto di servizio periodiche che dovranno documentare il progredire delle operazioni di restauro nel numero e dimensioni che saranno volta per volta indicati dalla D.L. in ogni caso non meno di 2 copie per un minimo di 50 scatti con dimensioni minime 13x18 cm), sia come strumento di interpretazione del manufatto (verifica ed integrazione rilievo), sia come strumento per realizzare il rilievo dinamico (monitoraggio) a patto, però, che le fotografie scattate offrano la possibilità di essere “misurate”. Al fine che la misurazione di un oggetto fotografato sia possibile dovrà essere cura dell'appaltatore introdurre degli elementi come aste o reticoli quadrati (suddivisi all'interno in quadri di 10 x10 cm), basi di misurazione dirette ecc. capaci di segnalare le dimensioni dell'oggetto rappresentato. La fotografia dovrà essere, inoltre, priva di “effetti”; nella fattispecie: linee cadenti, ombre proprie, ombre portate molto scure e, soprattutto, occorrerà evitare, ricorrendo a vari tipi d'accorgimenti fotografici, distorsioni prospettiche. Le immagini dovranno essere scattate a quadro rigorosamente verticale e parallelo alla superficie stessa, comprendendo l'intero prospetto ovvero transetti verticali e/o orizzontali, (indicati dagli elaborati di progetto o specifiche della D.L.) con ampie zone di sovrapposizione (almeno per 1/3). Allo scopo di facilitare la corretta sovrapposizione delle fotografie sarà cura dell'appaltatore spostarsi parallelamente alla facciata seguendo intervalli costanti in precedenza segnalati a terra (mediante sagole tese).

Se non diversamente specificato dalla D.L., al fine di garantire un'immediata lettura del manufatto sarà cura dell'appaltatore utilizzare pellicole a colori (a grana fine e bassa-media sensibilità 50-100-200 ISO a seconda delle condizioni di luminosità ambientale) grazie alle quali sarà possibile riconoscere, sia la diversità dei materiali presenti, sia eventuali alterazioni cromatiche generate da diversi fattori di degrado. Al fine di migliorare la qualità dell'immagine potranno essere utilizzati filtri correttivi quali grigi neutri (aiutano a diminuire la quantità di luce senza alterarne la qualità, potranno essere utilizzati sia per il b/n sia per il colore), di contrasto per accentuare particolari significativi (nel b/n il filtro arancio amplificherà il contrasto generale, quello blu diminuirà il tono delle murature, quello verde farà emergere le tonalità delle ocre e delle terre bruciate e naturali), di

selezione (i filtri ultravioletti circonscriveranno gli effetti della foschia nonché le dominanti bluastre nelle foto a colori), infine, i filtri polarizzatori aumenteranno la saturazione dei colori annullando eventuali riflessi non voluti.

In linea generale dovranno essere evitate, se non direttamente specificato, riprese eseguite con luce solare diretta (così da eludere le ombre che potrebbero rendere non chiara l'immagine), sarà, inoltre, preferibile utilizzare sempre il cavalletto ed eventualmente, dove sarà necessario, un sistema d'illuminazione artificiale continuo di tipo cinematografico (provvisto di mascherine laterali così da permettere di regolare la direzione della luce) anche per riprese diurne (allo scopo di eliminare eccessivi contrasti o schiarire le ombre) in luogo del flash. Questo sistema di illuminazione continua dovrà essere preferito anche in condizioni particolari come quelli di scarsa illuminazione (ambienti ipogei, scantinati, sottotetti ecc.) o riprese seminotturne al fine di esaltare le condizioni di illuminazione artificiale così da valorizzare porzioni del manufatto oppure per esaltarne i risalti e le scabrosità della superficie (ad es., segni di lavorazione, scagliature, distacchi ecc.) ricorrendo a luci radenti ovvero con sorgente luminosa quanto più possibile parallela al piano della superficie da indagare.

Utilizzando due fonti di illuminazione artificiale, opportunamente posizionate, si potranno pertanto, ottenere due diversi tipi di ripresa: una "morbida" (ottenuta con luce perpendicolare ovvero diffusa) e una "radente" (ottenuta posizionando la fonte di luce a lato del punto di ripresa con un'angolazione compresa tra i 5° e i 20° rispetto al piano della superficie). Il primo tipo di fotogrammi consentirà di ottenere viste omogenee, ottime basi per l'eventuale elaborazione di ulteriori rappresentazioni grafiche, mentre il secondo tipo garantirà una lettura più specifica di alcuni fattori macroscopici come appunto la scabrosità della superficie, eventuali incisioni del supporto, micro soluzioni di continuità ecc.

La fotografia all'infrarosso (IR) utilizzerà pellicole fotografiche sensibili ai raggi infrarossi (lunghezza d'onda compresa tra i 0,7 e 1 micrometri), ossia a radiazioni termiche spontanee emesse da qualunque corpo esistente in natura; queste pellicole saranno in grado di trasporre il dato elettromagnetico in dato visivo. Mediante le riprese con le suddette pellicole, l'appaltatore sarà in grado di evidenziare discontinuità costruttive, distacchi d'intonaco, vegetazione annidata negli interstizi dell'apparecchio murario e non ancora apparsa in superficie. La fotografia da infrarosso permetterà, inoltre, di rilevare lesioni passanti, allorché sia presente, tra le due facce della parete, una significativa differenza di temperatura (che potrà essere riportata anche artificialmente). Al fine di avere un'immagine nitida sarà consigliabile seguire gli scatti dopo aver sottoposto, preventivamente, le parti a riscaldamento uniforme (artificiale o solare).

Specifiche

A termine dell'indagine ovvero a scadenze prestabilite sarà cura dell'appaltatore restituire le immagini nel numero e dimensioni che saranno prescritti dagli elaborati di progetto. In ogni caso, i fotogrammi, dovranno essere muniti sia di un numero di riferimento progressivo del rullino e dello scatto con relativa data, sia di indici subordinati relativi a particolari seriazioni indicate dagli elaborati di progetto; inoltre per ciascuna immagine fotografica sarà indicato, su di un grafico in scala convenientemente ridotta, la localizzazione (determinata anche in altezza) del relativo punto di presa e sarà redatta una scheda del tipo A se si tratterà di foto non metrica, del tipo B se si tratterà di foto metrica (in entrambi i tipi di scheda dovranno essere riportati la distanza tra il punto di presa e l'oggetto, la macchina con cui è stato eseguito il rilievo, il tipo di obiettivo, la sensibilità della pellicola utilizzata e le condizioni ambientali) e del tipo C se si tratterà di foto di monitoraggio. Per

ciascuna fotografia scattata con fotocamera reflex dovranno essere presentati il negativo e due copie (compresa quella schedata) su carta semilucida (dimensioni minime 13x18 cm). Resta inteso che tale campagna fotografica dovrà essere eseguita da esperto professionista del ramo con relativa attrezzatura.

Monitoraggio del quadro fessurativo

La presenza di un quadro fessurativo richiede che l'appaltatore disponga, secondo le prescrizioni di progetto e/o le indicazioni della D.L., di un sistema di monitoraggio che consenta di rilevare il comportamento delle fessurazioni nel tempo; lo studio potrà avvenire in modo differente in funzione dell'importanza della fabbrica, delle lesioni, deformazioni od alterazioni presenti. È necessario, prima di tutto, comprendere se il quadro fessurativo al momento del rilevamento sia di tipo attivo o passivo ovvero in evoluzione oppure in stasi; nel caso sia riscontrata la prima ipotesi dovrà, essere individuata la causa che genera tali spostamenti e in che misura essi avvengono. La struttura muraria è, infatti, in grado sia di deformarsi plasticamente senza incorrere nell'immediato collasso, sia di definire un nuovo stato di equilibrio, dissimile dall'originale ma in grado, comunque, di assicurare, se pur ridotta, una stabilità. La verifica di tale contingenza dovrà, necessariamente, essere attuata poiché rappresenta un parametro necessario per definire gli interventi di consolidamento.

Gli strumenti attualmente disponibili capaci di eseguire il monitoraggio di fessurazioni sono diversi e si contraddistinguono per i diversi gradi di precisione che hanno; i più impiegati sono le biffe, i fessurimetri, i deformometri o gli estensimetri. La lettura e i controlli dei punti fissi predisposti inizialmente, potranno avvenire saltuariamente (mensilmente, bisettimanale, settimanale quanto più grave risulterà il fenomeno di dissesto) o di continuo sotto la forma della registrazione automatica. Per un corretto studio dei cinematismi delle lesioni si rileverà, opportuno, misurare anche l'andamento delle temperature così da compensare eventuali effetti connessi alla dilatazione termica dei materiali.

Specifiche

Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore. A scadenze pre-programmate, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione dati).

Biffe di malta

Le biffe, a forma di doppia coda di rondine con la sezione minima in corrispondenza della fessurazione, dovranno essere applicate trasversalmente alla lesione, in corrispondenza del ventre di questa. La biffa dovrà essere posizionata sul vivo della muratura, in caso di fessurazione passante, sarà opportuno introdurre della malta inserita quanto più è possibile dentro la fessurazione in modo da impedire possibili cavillature nella parte mediana della spia causate da un ritiro accelerato. La malta da usare per la costruzione di biffe potrà variare in relazione a dove dovrà essere posizionata. Nel caso in cui la zona sia interna o non esposta agli agenti atmosferici ed a fenomeni d'umidità, sarà preferibile usare una malta a base di gesso; questo tipo di biffa oltre a non manifestare l'inconveniente di fessurazioni da ritiro, possiede una resistenza inferiore a quella dell'intonaco risultando così più appropriata per la segnalazione di fessure in movimento. Per una biffa posizionata all'esterno, sarà, invece, consigliabile utilizzare una malta magra a base idraulica o

bastarda (in ogni caso esente da legante cementizio o eminentemente idraulico). Le dimensioni di un a biffa di malta, se non diversamente specificato da indicazioni della D.L., saranno di circa 16-20 cm di lunghezza per uno spessore non superiore ad 1 cm.

In corrispondenza d'ogni biffa dovrà essere segnato sul muro un numero di riferimento e la data di posizionamento, questi dati dovranno essere trascritti in un registro al fine di ricostruire, graficizzandoli, gli eventuali movimenti subiti dalla struttura nel tempo. Le estremità delle diramazioni della lesione (cuspidi) ed il ventre della stessa dovranno essere siglati e datati. Il controllo della biffa andrà eseguito, da parte dell'appaltatore, ad intervalli di tempo preferibilmente costanti e tanto più assidui quanto più grave risulterà il quadro fessurativo. La rottura della biffa potrà segnalare la presenza di dissesti in atto ma non potrà indicarne la loro natura. Al termine delle rilevazioni, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni nella forma prescritta dagli elaborati di progetto.

Vetrini

Spia dal comportamento simile alla biffa in malta ma di materiale diverso; questi elementi atti al monitoraggio delle lesioni si concretizzano in rettangoli di vetro a basso spessore (inferiore a 2 mm) posti a ridosso della fessura e fermati con colle, stucchi o malte posati esternamente ai lembi della lesione stessa. Questo metodo risulta poco attendibile in quanto il vetrino potrà presentare l'inconveniente di rompersi per effetto dell'escursione termica dei materiali oppure rimanere integro in presenza di dissesti strutturali perché scivolato sulla malta di fissaggio.

Fessurimetri millimetrati

Questa strumentazione è costituita da due placchette in materiale plastico (in genere materiale acrilico o PVC) assemblate sovrapposte e apposte a cavallo della lesione mediante sistemi previsti dall'azienda produttrice (tasselli, stucchi epossidici, mastici, resine ecc.). La piastrina superiore sarà incisa con un reticolo mentre quella inferiore sarà calibrata in millimetri. La misura del movimento della fessura, rilevabile anche in frazioni di millimetro, sarà segnalata dallo spostamento del reticolo rispetto alla placca millimetrata sottostante, a partire dal valore zero. Di norma la rilevazione massima consentita da questo strumento sarà di 20-25 mm. Questo tipo di strumento risulterà particolarmente adatto per:

- rilievo su superfici piane di movimenti verticali od orizzontali anche simultanei;
- rilievo lesioni d'angolo soggette a movimenti bi-direzionali anche simultanei;
- rilievo di cedimenti od assestamenti di pavimentazioni rispetto a murature o pilastri;
- misura della differenza di planarità di qualsiasi superficie lesionata.

Ogni strumento dovrà essere munito di propria scheda di registrazione così da segnalare ogni movimento delle lesioni. Al termine delle rilevazioni, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni nella forma prescritta dagli elaborati di progetto.

Deformometri

Un controllo più attento del quadro fessurativo potrà essere effettuato utilizzando un deformometro: strumento removibile di minimo ingombro, in grado di misurare il progredire delle lesioni, su basi fisse, nell'ordine del micron (millesimo di millimetro). L'appaltatore applicherà, fissandole al muro con resina biconponente, da ambo i lati della fessura due "pasticche" in acciaio inox (prismetti esagonali concavi) di circa 20 mm per 5 mm di spessore, dette "basi", munite di foro al centro. La distanza reciproca dei "capisaldi" sarà stabilita da una dima di fissaggio avente la lunghezza corrispondente alla posizione iniziale del comparatore millesimale (pari a 100, 150 o 200

mm). La verifica verrà eseguita mediante una barra d'acciaio "invar" munita di un comparatore millesimale e, ai lati, di due punte una fissa e l'altra mobile. La lettura verrà concretizzata sovrapponendo alle piastrine (le sole parti fisse in sede) dei punti di misura assicurati alla barra con il comparatore (deformometro); qualora si verificasse diversità dell'intervallo tra i due punti fissi a cavallo della fessura, lo spostamento sarà determinato dal movimento della punta mobile collegata al comparatore, consentendo così di appurare nonché misurare il movimento avvenuto. Se non diversamente specificato da indicazioni di progetto o specifiche della D.L., sarà sufficiente eseguire le letture una volta al mese salvo nei casi di quadri fessurativi rilevanti, in questo caso le letture dovranno essere eseguite ogni due settimane od ancora più frequentemente. Applicando tre piastrine, ed eseguendo ciclicamente le misure di trilaterazioni, potranno essere valutate le traslazioni relative tra i blocchi separati dalla lesione stessa. Una quarta base permetterebbe, infine, di ottenere anche le rotazioni tra i due maschi murari nonché la localizzazione del centro di rotazione: così facendo sarà possibile rappresentare in modo completo i movimenti relativi. Al termine delle rilevazioni, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni nella forma prescritta dagli elaborati di progetto.

Estensimetri

Il principio di funzionamento sarà analogo a quello del deformometro, essendo il rilevamento dello spostamento misurato per variazione della distanza relativa tra due punti iniziali a cavallo della lesione da monitorare. Qualora sia possibile porre lo strumento in ambienti non frequentati (ossia in ambienti non accessibili se non agli addetti ai lavori) è consigliabile utilizzare estensimetri autoregistranti: apparecchi simili al precedente ma con il vantaggio di avere incorporata una penna che graficizza gli spostamenti disegnandoli su di un rullo mosso da un sistema ad orologeria. Questo sistema documenterà, in ogni momento, l'eventuale spostamento della struttura sotto monitoraggio così da permettere di controllare quei movimenti "alternativi" dovuti alle variazioni termiche o igronometriche d'ambiente. Per risalire al moto, come nel caso dei deformometri, sarà cura dell'appaltatore, installare trasversalmente alla lesione due estensimetri con le rispettive barre normali tra loro. Al termine delle rilevazioni, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni nella forma prescritta dagli elaborati di progetto.

Monitoraggio ambientale (rilevazioni delle condizioni termoigronometriche e microclimatiche)

Il monitoraggio ambientale si verificherà utile al fine di poter apprendere le reali condizioni dello specifico contesto ambientale che interagisce con le aree archeologiche (dove risulterà indubbio che le condizioni ambientali saranno il principale fattore delle cause di degrado), i fabbricati e con gli spazi interni così da poter stabilire, le eventuali concause legate ai fenomeni di alterazione quali l'invecchiamento dei materiali e/o delle strutture del fabbricato. Si tratterà di una serie di indagini puntuali, non distruttive o solo parzialmente distruttive (al fine di estrapolare un campione), da realizzare in situ e/o in laboratorio, che dovranno garantire di raggiungere risultati fondamentalmente di carattere quantitativo oltre che qualitativo.

Di norma il monitoraggio ambientale dovrà essere eseguito per almeno un anno o comunque per il tempo stabilito in accordo con la D.L., se non diversamente specificato l'appaltatore dovrà prevedere di eseguire almeno due campagne di rilievo in un'ottica bi-stagionale (ad es. inverno-primavera o estate-autunno) della durata minima di 30 giorni ciascuna. Le informazioni inerenti il rilevamento

microclimatico potranno, eventualmente, essere integrate con dati e medie di periodi più ampi, forniti da enti e istituzioni preposte quali ASL, uffici provinciali e regionali, uffici meteorologici, università ecc. L'esame di dati pregressi consentirà all'appaltatore di individuare le serie storiche, informatizzando i dati potrà, inoltre, ricavare gli andamenti caratteristici così da individuare i periodi dell'anno favorevoli per l'impostazione delle campagne di rilevamento.

Tramite la lettura e la conseguente interpretazione dei dati termoisigronometrici sarà possibile acquistare informazioni sull'evoluzione dell'umidità e delle temperature così da valutarne l'eventuale tendenza alla formazione di condensa, quadri fessurativi causati da spostamenti "stimolati" dal calore, alterazioni causate dalle differenti intensità degli attacchi ambientali ecc. I parametri legati a questo specifico monitoraggio che dovranno, necessariamente, essere acquisiti dall'appaltatore sono:

- temperatura dell'aria interna ed esterna;
- umidità relativa interna ed esterna;
- temperature delle pareti;
- qualità, frequenza ed intensità delle precipitazioni meteoriche;
- velocità e direzioni venti dominanti;
- illuminazione naturale;
- irraggiamento solare;
- presenza di agenti inquinanti (anidride carbonica, anidride solforosa e solfatica, ossido di azoto, ozono ed ossidanti, acido cloridrico, acido fluoridrico ecc.);
- emissioni provenienti da impianti industriali e dalla produzione di energia;
- vibrazioni dovute a presenza di traffico veicolare.

Il sistema di monitoraggio ambientale potrà essere realizzato in riferimento alle disposizioni di progetto, con due differenti metodologie e strumentazioni:

- stazioni rilevatrici computerizzate possono gestire una grande quantità di dati consentendo un rilevamento diretto in relazione degli obiettivi dell'analisi. Mediante l'uso di idonei software sarà possibile gestire simultaneamente diversi sensori e ricavare i dati secondo condizioni specifiche (ad es., ogni mezz'ora o attivando la registrazione ogni qualvolta si presentino determinate condizioni prestabilite)
- data loggers ovvero sistemi autonomi miniaturizzati autoalimentati per la memorizzazione (di norma più di 10.000 dati per ogni parametro) ed il controllo dei parametri ambientali che causano i maggiori danni al patrimonio storico-artistico; i più semplici rileveranno soltanto la temperatura ed umidità relativa quelli leggermente più complessi anche i raggi ultravioletti e le radiazioni visibili. Gli ultravioletti saranno misurati come proporzione degli U.V. presenti (mW/lumen) o come totale (mW/m²), la misura della radiazione visibile come Lux o candele. La temperatura potrà, invece, essere misurata in scala °C o °F e l'umidità come UR% o come punto di rugiada. Offrono la possibilità di impostare la durata del test, l'intervallo della lettura, anche con avvio ritardato, il salvataggio dei dati su disco così da poterli esportare e lavorare su fogli elettronici ovvero rendere i dati in forma tabellare o in grafico di altra forma. Queste apparecchiature offriranno, inoltre, la possibilità di scaricare i dati parziali senza fermare la registrazione. Se non diversamente specificato le rate di acquisizione potranno essere 10 sec (30h)/1 min (7gg) - 10 min (75gg)/60min (454 gg).
- di ridotte dimensioni in grado di amministrare uno o due sensori capaci di registrare i valori ciclicamente.

Specifiche

Questo tipo di indagine si potrà rilevare molto utile anche in fase preventiva ad una campagna di scavo archeologico come controllo ottimale per tutti quei fenomeni di deterioramento che la vestigia potrà subire durante e dopo il ritrovamento. Pertanto se non diversamente specificato dovrà essere fatto obbligo di provvedere al monitoraggio ambientale prima durante e dopo la campagna di scavo.

A scadenze pre-programmate, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione dati). Nell'eseguire il suddetto studio-monitoraggio dei parametri ambientali l'appaltatore dovrà attenersi alle raccomandazioni normative vigenti.

Art. 81 - INDAGINI MECCANICHE IN SITU AL FINE DI DETERMINARE LE CARATTERISTICHE TENSIONALI DEI MATERIALI E DELLE STRUTTURE

La conoscenza delle condizioni d'equilibrio e della resistenza ai carichi, nonché la stima delle peculiarità meccaniche e tensionali di una muratura si rileverà operazione fondamentale per procedere alla redazione di un progetto di restauro. Senza queste informazioni non sarà, infatti, possibile stabilire il grado di sicurezza e le potenzialità in caso di nuove condizioni d'utilizzo, stimare gli eventuali sovraccarichi spinti nelle murature, programmare appropriate procedure esecutive di consolidamento.

PARTE QUINTA: PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO E DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

Art. 82 - SCAVI

Operazioni di scavi e rinterri

Generalità

I riferimenti normativi applicabili a questa specifica categoria di lavori sono il DPR 547/55 e il DPR 164/56. Gli scavi in genere, per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e/o geotecnica di cui al DM 11 marzo 1988 (riguardante le norme tecniche sui terreni ed i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione) e la relativa Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 24 settembre 1988, n. 30483 nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, si dovrà provvedere in modo da impedire scoscendimenti, franamenti e ribaltamento di mezzi; per far ciò si renderà necessario provvedere a delimitare mediante barriere fisse e segnalazioni la zona oggetto di intervento, così da vietare il traffico veicolare sui bordi dello scavo che potrebbe far scaturire possibili franamenti delle pareti. L'utilizzo del nastro segnaletico (giallo-nero o bianco-rosso) dovrà avere esclusivamente funzione di delimitazione e non di protezione. Al fine di evitare cadute di personale all'interno dell'area di scavo

sarà, inoltre, necessario mettere in opera dei robusti parapetti (altezza minima 100 cm, muniti di tavola fermapiede minima di 20 cm luce, tra tavola superiore e fermapiede massimo 60 cm; nel caso in cui il parapetto sia ad una distanza di almeno 70-80 cm dal bordo dello scavo, la tavola fermapiede potrà essere omessa) disposti lungo i bordi della stessa: negli scavi di sbancamento sarà necessario, quando questo dovesse superare i 200 cm, mentre, nelle trincee, sarà appropriato predisporre la protezione appena lo scavo supererà i 50 cm di profondità.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della D.L.) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere trasportate fuori dalla sede del cantiere alle pubbliche discariche, o su altre aree altrettanto idonee e disponibili. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in area idonea (previo assenso della D.L.) per essere, in seguito riutilizzate a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno costituire un danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque che scorrono in superficie. Sarà oltremodo vietato costituire depositi di materiali nelle vicinanze dei cigli degli scavi; qualora tali depositi siano necessari, per le particolari condizioni di lavoro, sarà obbligatorio provvedere alle necessarie puntellature che dovranno presentare un sovrizzo minimo oltre la quota del terreno pari a 30 cm.

Scavi di splanteamento e sbancamento

Per scavi a sezione aperta o sbancamento andanti s'intenderanno quelli necessari per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc. e, più in generale, quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove si renderà possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie.

Questa categoria di scavi andrà eseguita con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgenza di danni nelle strutture murarie adiacenti.

In questa categoria di scavi, se eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco dovranno avere un'inclinazione ed un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, (si veda tabella in calce all'articolo) da contrastare possibili franamenti. Allorché la parete del fronte d'attacco dovesse superare i 150 cm di altezza sarà interdetto lo scavo manuale per scalzamento alla base al fine di evitare il possibile crollo della parete. Nel caso in cui non sia possibile intervenire con mezzi meccanici si adotterà la procedura di scavo con il sistema a gradoni. In ogni caso i lavoratori dovranno essere debitamente distanziati tra loro, sia in senso orizzontale, sia verticale, così da non potersi ferire con l'attrezzatura utilizzata e con il materiale di scavo.

Nel caso d'utilizzo di mezzi meccanici dovrà essere interdetta la presenza del personale nella zona interessata dal raggio d'azione, nonché sul ciglio ed alla base della parete d'attacco, in quanto aree a rischio di frane.

I profili delle pareti di scavo andranno debitamente controllati al fine di rimuovere gli eventuali massi affioranti ed i blocchi di terreno instabili eliminando, in questo modo, possibile rischio di caduta di materiale dall'alto.

LIMITE DI STABILITÀ	DENOMINAZIONE			ANGOLO
	TERRE	ASCIUTTO	UMIDO	BAGNATO
Rocce dure		80÷85°	80÷85°	80÷85°
Rocce tenere o fessurate, tufo		50÷55°	45÷50°	40÷45°

Pietrame	45÷50°	40÷45°	35÷40°
Ghiaia	35÷45°	30÷40°	25÷35°
Sabbia grossa (non argillosa)	30÷35°	30÷35°	25÷30°
Sabbia fine (non argillosa)	25÷30°	30÷40°	20÷30°
Sabbia fine (argillosa)	30÷40°	30÷40°	10÷25°
Terra vegetale	35÷45°	30÷40°	20÷30°
Argilla, marne (terra argillosa)	40÷50°	30÷40°	10÷30°
Terre forti	45÷55°	35÷45°	25÷35°

Scavi di accertamento e ricognizione

Tali operazioni si realizzeranno solo ed esclusivamente dietro esplicita richiesta e sorveglianza della D.L., seguendo le indicazioni e le modalità esecutive da essa espresse e/o dal personale tecnico incaricato. I detriti, i terreni vegetali di recente accumulo verranno sempre rimossi a mano con la massima attenzione previa esecuzione di modesti sondaggi al fine di determinare la quota dei piani originali sottostanti (e delle loro eventuali pavimentazioni) in modo da evitare danni e rotture ai materiali che li compongono. Se non diversamente specificato dalla D.L. le rimozioni dei materiali saranno eseguite a mano, senza l'ausilio di mezzi meccanici. In ogni caso l'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza di eventuali reperti in situ e, quindi, all'indagine preventiva. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempi differiti (ad es. per riempimenti) saranno depositate nell'ambito del cantiere, in luogo dove non provochino intralcio o danni.

Scavi archeologici

I lavori di scavo archeologico dovranno essere eseguiti conformemente alle norme scientifiche tenendo conto anche delle vigenti raccomandazioni dell'UNESCO. Con l'operazione di scavo (operazione irripetibile, irreversibile e solo molto limitatamente prevedibile) si rimuoverà il riempimento ammucchiatosi per strati sopra le vestigia antiche, togliendo questi strati nell'ordine inverso a quello in cui si sono sedimentati. Da qui la "necessità" di scavare con la massima consapevolezza, obiettività e rigore possibile, dato che ciò che sarà distrutto potrà essere "ricostruito" solo per mezzo della documentazione che sarà lasciata.

Lo scavo dovrà essere eseguito solo dopo aver accuratamente delimitato tutta l'area di cantiere, avere ottenuto tutte le autorizzazioni da parte dei competenti organi di tutela dei beni oggetto di scavo (Soprintendenza Archeologica) e solo dietro sorveglianza e guida del personale preposto ovvero del Direttore di Scavo. Dopo aver eventualmente ripulito dalla vegetazione e da eventuali riempimenti superficiali di cui si sia verificata la non utilità ai fini scientifici, anche nel caso in cui emergano dal suolo strutture murarie ben precise, potrà essere opportuno (tranne nei casi di trincee ovvero saggi di limitata estensione o ancora di scavi entro ambienti chiusi di modeste dimensioni quali cripte, tombe a camera ecc.) utilizzare una delimitazione artificiale dell'area da scavare mediante un reticolo di maglie quadrate (quadrettatura del terreno) di dimensioni variabili a seconda dei casi. Nel caso in cui il sito lo permetta e se non diversamente specificato dalla D.L. o dal funzionario addetto alla tutela del bene, sarà preferibile eseguire uno scavo estensivo a scacchiera dei quadrati, piuttosto che piccoli interventi parziali, con i quali si potrà rischiare di perdere parte delle informazioni.

Gli scavi dovranno essere eseguiti, se non diversamente specificato dalla D.L. e/o dagli organi di tutela, rigorosamente a mano, con la massima cura ed attenzione, da personale specializzato (presente negli appositi elenchi degli addetti di opere specialistiche) ed opportunamente attrezzato. Le tecniche di scavo si dovranno differenziare in base al tipo di terreno, al tipo di ambiente circostante, alla tipologia e alla posizione delle strutture emergenti ovvero sepolte, alla variabilità delle sezioni di scavo, alle caratteristiche dei manufatti e dei reperti così che non si verifichino inconvenienti ovvero danneggiamenti alle vestigia archeologiche o agli operatori allo scavo. Dietro specifica indicazione della D.L. si potranno eseguire operazioni con differente grado di accuratezza nella vagliatura delle terre e nella cernita e selezione dei materiali, nella pulitura, allocazione e cartellinatura di quanto trovato in appositi contenitori e/o cassette. A seconda della dimensione e consistenza dello strato asportato il taglio della parete dovrà essere eseguito con il piccone o con la trowel; se conci lapidei, tegole, o altri materiali ovvero reperti (frammenti di ceramica, di vasellame metallico, utensili di vetro, ma anche ossa, resti vegetali ecc.) dovessero fuoriuscire dalla parete, dovranno obbligatoriamente essere lasciati al loro posto “tagliando” il terreno attorno ad essi al fine di evitare crolli. Le eventuali pareti in argilla non andranno levigate per poterne leggere la struttura, ma lavorate con la punta della trowel.

All'interno dell'area di pertinenza dello scavo dovrà, necessariamente, essere previsto un deposito (facilmente raggiungibile con le carrie) per la terra di risulta raccolta dallo scavo archeologico.

Avvertenze da seguire in ogni scavo

A prescindere dalle problematiche riscontrate in qualsivoglia scavo archeologico, le linee guida che dovranno, in ogni caso, essere seguite al fine di evitare la dispersione di elementi utili o l'insufficienza della documentazione saranno:

- identificazione dei singoli elementi della stratigrafia del terreno (unità stratigrafiche US), con conseguente asportazione di ogni singolo strato, in senso cronologico inverso ovvero rimuovendo per primi i livelli che si sono depositati per ultimi, identificando ogni elemento estraneo, come buche, fossati, terrapieni ecc. i quali andranno scavati a parte;
- relazione cronologica tra le varie US e con le strutture edilizie (la muratura potrà essere considerata una particolare US, di norma limitata soltanto da un contorno ben definito e da una superficie - interfaccia - esterna);
- scrupoloso prelievo di tutti gli eventuali reperti contenuti nello strato e di campioni per le analisi (utilizzando operazioni quali la setacciatura della terra e la flottazione) utili per la ricostruzione della storia; operazione da eseguire con l'accortezza di non mescolarli con quelli degli altri strati. I singoli elementi (strati, reperti, strutture ecc.) dovranno essere registrati su apposite schede via via che verranno messi in luce; contemporaneamente, sarà necessario annotare sul giornale di scavo le osservazioni generali, l'insieme delle operazioni seguite, eventuali ipotesi da verificare ecc.;
- accurata documentazione grafica (aggiornamenti giornalieri dello scavo) e fotografica del lavoro compiuto ovvero la documentazione di ogni singolo piano e di tutte le strutture murarie emergenti, così da garantire alla comunità la conoscenza e la verifica dei risultati.

Specifiche

Nel compiere lo scavo di strutture murarie (sia nel caso di scavo archeologico programmato sia di rinvenimenti occasionali) dovrà essere cura dell'appaltatore porre particolare attenzione ai rischi di danneggiamento delle strutture rinvenute; tra le classi di dissesto più ricorrenti nel verificarsi ci sono:

- perdita di verticalità delle strutture murarie dovute alle differenze di materiale e di legante, all'apparecchio, al rovesciamento di cresta, allo slittamento al piede, alla spinta mediana, al cedimento di base;
- perdita di orizzontalità delle strutture murarie dovute a smembramento di muri con elementi di apparecchio di piccola taglia, cedimento di elementi di grande taglia;
- spostamento degli elementi lapidei per calpestio o lavorazione;
- erosione della terra;
- differenza di materiali lapidei;
- perdita di allineamento o giacitura delle strutture murarie;
- differenze di comportamento dei muri, sollecitazioni esterne;
- presenza di acque.

Armature degli scavi (sbatacchiature)

Il principio delle sbatacchiature consiste nel controbilanciare le spinte del terreno attraverso elementi di vario materiale (di norma legno o metallo) che, sollecitati a compressione, cercano di riportare la spinta a valori accettabili. Gli elementi che formeranno il presidio, se messi in opera in posizione orizzontale o inclinata, non lavoreranno esclusivamente a compressione semplice ma anche a flessione e pressoflessione, indotta anche dal peso proprio.

La sbatacchiatura dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- essere resistente al fine di assicurare l'incolumità dei lavoratori nelle strutture;
- essere economica, evitando sprechi di materiale;
- essere il più possibile maneggevole nell'utilizzo delle singole parti messe in opera;
- non restringere lo spazio utile permettendo l'esecuzione dei lavori;
- non essere causa di degrado ovvero dissesto delle superfici protette (soprattutto quando si tratta di fronti di scavo archeologico);
- permettere il progressivo sfoderamento delle superfici protette, evitando l'eventuale ricaduta di terreno nello scavo;
- i cunei ed i puntelli dovranno essere fermati con idonee legature, all'occorrenza, revisionabili;
- le eventuali armature lasciate in opera per molto tempo dovranno essere vigilate e verificate.

Le tipologie di armature saranno scelte in funzione della consistenza del terreno, della profondità da raggiungere, dei carichi gravanti e della metodologia di scavo. In ogni caso tutti gli elementi che comporranno il presidio (tavole, traversi, puntelli ecc.) dovranno essere di materiale robusto opportunamente dimensionato e selezionato, inoltre l'armatura dovrà sporgere dai bordi dello scavo per almeno 30 cm. Nel caso di scavi di trincee si potranno distinguere quattro sistemi:

- panconi verticali;
- panconi orizzontali;
- marciavanti;
- paratie a palandole.

Le sbatacchiature verticali eseguite con tavole lignee (spessore minimo 30-40 mm meglio 40-60 mm per 200-300 cm di lunghezza) o metalliche saranno, di norma, limitate a scavi di profondità pari alla lunghezza delle tavole (generalmente non superiori ai 4 m); le tavole saranno forzate contro le pareti con l'ausilio di puntelli d'acciaio regolabili o fissi (luce massima tra puntello e piano di fondazione 100 cm) e si dovrà avere cura di colmare i vuoti tra la sbatacchiatura e la parte di scavo con idoneo materiale. La protezione con sbatacchiature verticali sarà, di norma, impiegata negli scavi a sezione

stretta e profonda; qualora il terreno non dovesse presentare una buona consistenza, i panconi andranno posizionanti aderenti gli uni agli altri. Il sistema a tavole verticali presenta lo svantaggio di dover, eventualmente, tagliare le tavole a misura e quindi presenta più spreco di materiale però, al contempo, permette di riutilizzare gli elementi con maggior facilità.

Le sbatacchiature orizzontali saranno costituite semplicemente da tavole fermate da un puntello ligneo (con Φ tra i 10 e i 15 cm) o metallico (tubo innocente o similare), posto a forza e serrato con cuneo. Se non diversamente specificato la distanza tra i puntelli sarà di 100-200 cm. L'utilizzo di armatura con tavole orizzontali sarà possibile in presenza di terreni che garantiranno una buona consistenza in modo da poter eseguire la procedura di scavo per cantieri di circa 60-80 cm di profondità. Questo sistema si rileverà più economico agli effetti dell'utilizzo di legname ma presenterà più difficoltà nel suo recupero.

La sbatacchiatura a marciavanti sarà possibile per terreni poco consistenti o spingenti od in caso di scavi profondi; i "marciavanti" dovranno essere tavole di notevole spessore con estremità appuntita o altrimenti dotata di punta ferrata; in caso di terreno completamente sciolto sarà consigliabile armare anche il fronte di scavo, così da eludere rifluimenti di materiale.

In alternativa a questi sistemi, o più semplicemente in presenza di terreno acquifero, dove i sistemi sopra indicati si dimostreranno insufficienti, ovvero dove occorrerà realizzare una struttura a tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi, si potrà ricorrere all'uso di paratie metalliche o prefabbricate in calcestruzzo.

Le paratie a palancole metalliche infisse, di sezione varia, dovranno rispondere ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e rimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni. L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso; il maglia dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia. Durante l'infissione dovranno essere adottate speciali cautele affinché gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palancola, a tale scopo occorrerà riempire, prima dell'infissione, gli incastri di grasso. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non dovranno essere ammessi deviazioni, disallineamenti o fuoriuscite dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola. Nel caso in cui, durante l'infissione, si dovessero verificare fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che, a giudizio della D.L., non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa ovvero sostituita, se danneggiata.

Le paratie a palancole prefabbricate utilizzate, se non diversamente specificato, saranno in calcestruzzo armato centrifugato a sezione cava. Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà, altresì, essere esente da porosità o altri difetti; inoltre il cemento impiegato sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno. Per infissione con battitura in terreni tenaci, se richiesto negli elaborati di progetto ovvero prescritto dalla D.L., la palancola potrà essere munita di puntazza metallica. Particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

Quale che sia il sistema di sbatacchiatura messo in opera questo dovrà, obbligatoriamente, essere rimosso progressivamente e per modeste altezze in funzione dell'avanzare delle opere definitive.

Specifiche

Per ulteriori dettagli su puntelli ed armature provvisionali si rimanda a quanto enunciato all'articolo inerente le opere di presidio.

Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti delle concavità e le murature, o da addossare alle murature e fino alle quote prescritte dalla D.L., saranno impiegate, in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della D. L., per la formazione dei rilevati.

Quando verranno a mancare in tutto o in parte i materiali sopra descritti, si dovrà provvedere a prelevarli ovunque si crederà opportuno, purché siano riconosciuti idonei da controlli eseguiti dalla D.L.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, vagliate con setacci medio-piccoli (prive di residui vegetali e sostanze organiche); resterà vietato in modo assoluto l'impiego di materie argillose e, in generale, di tutte quelle che, con l'assorbimento d'acqua, si rammolliscono o si gonfiano generando spinte. I materiali (nello spessore di circa 30 cm) dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una densità pari al 90% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio. Nella formazione di suddetti riempimenti dovrà essere usata ogni attenzione affinché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali d'uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Ogni strato dovrà essere messo in opera solo dopo l'approvazione dello stato di compattazione dello strato precedente; lo spessore di ogni singolo strato dovrà essere stabilito in base a precise indicazioni progettuali o fornite dalla D.L. (in ogni caso non superiore ai 30 cm). Nel caso di compattazioni eseguite su aree o porzioni di terreno confinanti con murature, apparecchi murari o manufatti in genere, si dovranno utilizzare, entro una distanza pari a 2 m da questi elementi, idonee piastre vibranti o rulli azionati a mano (in questo caso si dovrà prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso al fine di garantire una perfetta uniformità) con le accortezze necessarie a non degradare i manufatti già in opera. Si potrà, dietro richiesta specifica della D.L., mescolare al materiale da compattare del cemento (in ragione di 25-50 kg per metro cubo di materiale) al fine di ottenere degli adeguati livelli di stabilizzazione delle aree a ridosso dei manufatti.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza del manufatto (in area idonea prescelta dalla D.L.) per essere riprese, poi, e trasportate con carriole, barelle od altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri. Sarà, inoltre, vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

I rilevati si dovranno presentare, obbligatoriamente, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni dovrà essere preventivamente scorticata (ovverosia taglio d'eventuali piante, estirpazione delle radici, degli arbusti e completa asportazione del terreno vegetale circostante), ove occorra e, se inclinata, dovrà essere tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Art. 83 – PRECONSOLIDAMENTI

Premessa metodologica

Nel susseguirsi delle procedure operative il preconsolidamento deve essere considerato come l'operazione antecedente la pulitura. Si basa, in pratica, sul ristabilimento preventivo delle proprietà di compattezza di quelle porzioni di materiale disgregato o polverizzato, già visibili in fase di progetto o individuate dopo la prima asportazione di depositi superficiali, che potrebbero essere danneggiate durante i successivi cicli di pulitura. Un'operazione di preconsolidamento potrebbe essere necessaria in presenza di depositi calcarei o patine nerastre tenacemente aderenti ad un concio di pietra molto fragile (frantumato, scagliato, attaccato dalle solfatazioni); in questo caso, prima della pulitura, devono essere eseguiti interventi preliminari di tutela tramite, ad esempio, la messa in opera di "ponti" di collegamento al fine di rendere tali frammenti nuovamente solidali. L'intervento di preconsolidamento ha, normalmente, lo scopo di fornire stabilità provvisoria a supporti particolarmente decoesi sui quali sono necessari interventi successivi di pulitura (anche abbastanza aggressivi) incompatibili con l'attuale stato conservativo, estremamente precario della superficie. Il preconsolidamento deve operare, essenzialmente, come presidio dei frammenti di materiale e allo stesso tempo non deve intervenire sui depositi o patine da asportare. Non di rado per eseguire quest'operazione si utilizzano tecniche e metodi propri del consolidamento anche se nel primo caso la "terapia" è sovente concentrata su zone puntuali di superficie mentre nel consolidamento è lecito procedere anche su zone più ampie di materiale degradato.

Operazioni di preconsolidamento dei materiali lapidei

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

Generalità

Le operazioni di preconsolidamento richiederanno maestria di messa in opera e, talvolta, potranno essere ripetute con tempi piuttosto lunghi così da permettere ai collanti utilizzati di fare presa (prima di iniziare i cicli di pulitura) pena la perdita di frammenti e scaglie originali. Questa procedura avrà una funzione esclusivamente preventiva e conservativa; a questo proposito, saranno da preferire adesivi deboli e chimicamente reversibili, ovvero quei prodotti che potranno essere sciolti nuovamente ed asportati facilmente o paste molto magre (rapporto legante inerte molto basso).

Dovrà essere vietato effettuare qualsiasi procedura di preconsolidamento e/o utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni ovverosia miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratta di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

Ponti di malta magra e/o resina

Questo tipo di operazione, che sovente precederà la procedura di stuccatura o sigillatura dei conci di pietra, avrà il compito di "mettere in sicurezza" e rendere solidali tra loro tutte quelle scaglie, frammenti o fratture dei conci lapidei che altrimenti potrebbero distaccarsi o andare perduti durante

le operazioni di pulitura. Al fine di sorreggere scaglie lapidee leggere, non più ampie di una mano, si potrà impiegare come collante una malta magra (l'impasto dovrà contenere poca calce, così da essere più facilmente rimosso dopo la pulitura) con rapporto calce inerte 1:4 o 1:5 con granulometria molto fine (carbonato di calcio o polvere di pomice) in piccole porzioni. Queste deboli stuccature potranno essere stese con spatole a doppia foglia piatta o con cazzuolini e dovranno essere posizionate, se non diversamente specificato, come ponti di collegamento tra i frammenti in fase di distacco e la massa principale; potrà, inoltre, risultare vantaggioso scegliere una malta che presenti, dopo la presa, un colore in forte contrasto con l'apparecchio limitrofo così da essere ben identificabile come stuccatura provvisoria.

In alternativa si potrà utilizzare il medesimo impasto (sia a base di malta sia a base di resine sintetiche) pensato per le stuccature definitive (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici riguardanti le stuccature e i consolidamenti) ma, in questo caso, l'impasto dovrà essere steso in modo molto puntuale al fine di mettere in opera solo i "ponti di collegamento" che verranno in seguito completati da operazioni successive alla pulitura.

Nebulizzazione di miscele di silicato di etile

La procedura (simile a quella descritta nell'articolo sul consolidamento mediante silicato di etile) potrà essere utilizzata sia per la riadesione di scaglie e micro frammenti pericolanti sia in presenza di fenomeni di polverizzazione e decoesione della superficie lapidea e, si porrà come obiettivo quello di fissare temporaneamente il materiale. L'operazione consisterà nella nebulizzazione o, preferibilmente, nell'applicazione con pennello a setola naturale morbida di miscela d'esteri dell'acido silicico (silicato di etile) in percentuale variabile in ragione del supporto. In linea di massima potranno essere prese come percentuali di riferimento quelle normalmente utilizzate per il consolidamento per impregnazione abbassandole leggermente (in linea generale si potrà utilizzare una quantità paria a circa 400-500 g/m² per il consolidamento d'apparecchi in cotto, e 200-300 g/m² per superfici intonacate con malta di calce). Su superfici particolarmente decoese o in presenza di scaglie di pellicola pittorica sarà consigliabile interporre tra il pennello e il materiale fazzoletti di carta giapponese così da creare un filtro a protezione dell'azione abrasiva, se pur in minima parte, del pennello.

Applicazione di sospensioni di idrossido di calcio

La procedura sarà rivolta, in modo particolare, agli intonaci di calce o alle pitture murali, allorché si manifesteranno fenomeni di polverizzazione del colore o esfoliazione di strati pittorici così da garantire sia la riadesione del pigmento sia della pellicola al supporto. Il preconsolidamento si baserà sull'applicazione di sospensioni, direttamente sulle superfici, di soluzioni stabili d'idrossido di calcio in solventi inorganici (alcoli alifatici), le particelle veicolate dal solvente penetreranno all'interno delle porosità superficiali così da produrre un nuovo processo di presa all'interno della matrice. Il solvente sarà da preferire all'acqua in quanto quest'ultima renderà la sospensione nettamente più instabile provocando una velatura biancastra sulle superfici trattate, inoltre il solvente avrà il vantaggio di far decantare l'idrossido di calcio in tempi più lunghi (circa 16-18 ore contro gli appena 30-40 minuti delle soluzioni acquose). In ogni caso se si vorrà utilizzare l'acqua sarà consigliabile formulare soluzioni utilizzando acqua distillata. Le sospensioni potranno essere preparate con concentrazioni molto variabili in ragione del supporto da consolidare, sarà, comunque, consigliabile iniziare da sospensioni abbastanza diluite per poi spingersi a soluzioni più concentrate fino ad arrivare ad una crema di una certa consistenza.

Il trattamento eseguito, con l'ausilio di pennello a setola morbida, in una due o più riprese, (intervallate generalmente da qualche giorno ed aumentando la concentrazione della soluzione), fino ad assorbimento totale del supporto rientrerà in quelli di consolidamento corticale in quanto le particelle, pur di ridotte dimensioni, non riusciranno a penetrare nel materiale in profondità (ca. 2 mm). La procedura non risulterà adatta per le superfici che presentano depositi polverulenti o grassi, in quanto sostanze potenzialmente solubili e pertanto diffondibili all'interno della matrice porosa. Su pitture murali o, più in generale, su supporti particolarmente decoesi sarà necessario interporre fazzoletti di carta giapponese che verranno rimossi dopo circa un'ora dall'applicazione.

Specifiche

Le possibili velature bianche (che potranno emergere anche solo dopo poche ore dal trattamento) potranno essere eliminate (a meno che non sia previsto un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce tipo scilabature o velature alla calce) con spugnature o tamponature di acqua distillata o con impacchi, di qualche ora (circa 6-10 h) di polpa di cellulosa inumidita sempre da acqua distillata (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici sulle puliture).

Micro-iniezioni di miscele a bassa pressione

Questo tipo di operazione sarà indirizzato verso la riadesione di modeste parti di intonaco o scaglie di laterizio sollevate. Queste micro-iniezioni potranno essere effettuate in prossimità di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate, in assenza di queste si potranno creare dei microfori con l'ausilio di idonei punteruoli o micro-trapani manuali. Previa pulitura della fessurazione con una miscela di acqua deionizzata ed alcool (5:1 in volume), con lo scopo di creare dei canali nella parte retrostante e, al contempo, di verificare l'eventuale esistenza di lesioni o fori da dove la miscela consolidante potrebbe fuoriuscire, si procederà all'iniezione, con l'ausilio di normali siringhe di plastica (da 10 cc o 20 cc), procedendo attraverso i fori o le soluzioni di continuità poste nella parte più bassa per poi avanzare, verso quelle più in alto.

Per gli intonaci, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, si potrà utilizzare iniezioni di una miscela composta da calce aerea diluita con percentuale del 5-10% di resina acrilica eventualmente caricata con carbonato di calcio o metacaolino micronizzato ed additivata con gluconato di sodio, o, nei casi di distacchi più consistenti (ad es. scaglie di laterizio), con polvere di cocciopesto vagliata e lavata o sabbia silicea ventilata; in caso d'estrema urgenza o di murature umide, si potrà utilizzare calce idraulica naturale NHL 2 esente da sali solubili, additivata con cariche pozzolaniche ventilate; in questo modo si potrà ottenere un solido ancoraggio nel giro di 20-30 minuti. All'operazione di preconsolidamento, ad esempio, di una porzione consistente d'intonaco spanciato che minaccia di distaccarsi totalmente dal supporto, sarà utile affiancare quella di presidio provvisorio temporaneo facilmente realizzabile con la messa in opera, alla distanza di circa 2-3 cm, di un tavolato continuo in legno protetto nella faccia verso il manufatto da un foglio di alluminio o da un film plastico in polietilene (tipo Domopak); infine, lo spazio tra presidio e l'interfaccia dell'intonaco (precedentemente protetto con foglio di alluminio) sarà riempito da materiale morbido tipo gommapiuma (o in alternativa da schiuma di poliuretano).

Specifiche sui materiali

Le resine acriliche, come del resto le emulsioni acriliche pure (ovvero al 100%), potranno essere utilizzate in dispersione acquosa (ovvero un miscuglio eterogeneo contenente una percentuale variabile di resina acrilica o di emulsione acrilica pura) sia come legante per pigmenti naturali e/o sintetici in polvere, sia come additivo per malte da sigillatura o iniezione (se non diversamente

specificato per un impasto di calce ed inerti in rapporto di 1:3 si aggiungerà 5-10% di emulsione acrilica) conferendo a questi impasti un più veloce indurimento in superficie, un miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche (tenacità, durezza, resistenza nel tempo ed agli agenti chimici, resistenza all'abrasione, alla trazione, alla compressione, alla flessione, all'impatto ed agli effetti del gelo) e un netto aumento di adesività su materiali quali laterizio, legno e cemento.

Art. 84 – PULITURE

Premessa metodologica

La pulitura di una superficie si deve prefiggere lo scopo di rimuovere la presenza di sostanze estranee patogene, causa di degrado, limitandosi alla loro asportazione. Il lato estetico non deve incidere sul risultato finale, l'intento della pulitura non deve essere quello di rendere "gradevole" l'aspetto della superficie ma, bensì, quello di sanare uno stato di fatto alterato. Si ritengono, perciò, inutili, nonché dannose, puliture insistenti che potrebbero intaccare la pellicola naturale del materiale formatasi nel corso degli anni, puliture mosse, generalmente, dalla volontà di restituire al materiale il suo aspetto originario. Tenendo conto che anche la risoluzione meno aggressiva causa sempre una seppur minima azione lesiva sul materiale, è opportuno che le operazioni siano ben calibrate e graduali, procedendo per fasi progressive su più campioni, in questo modo l'operatore può verificare l'idoneità della tecnica prescelta e, allo stesso tempo, determinare quando l'intervento deve essere interrotto.

I metodi di pulitura sono diversi in relazione al tipo di materiale sul quale s'interviene e alla sostanza che s'intende asportare, per questo motivo, la scelta deve essere fatta basandosi su delle indagini preventive in modo da poter avere un quadro informativo puntuale sia sulla natura dei degradi, ed il loro relativo livello d'insistenza, sia sulla consistenza fisico-materica del supporto; in molti casi, infatti, il processo chimico che innesca il degrado è strettamente correlabile alla natura del materiale. Rimuovere le sostanze estranee da un manufatto che presenta un degrado molto avanzato può comportare un aggravarsi dello stato di fatto per cui, prima dei lavori di pulitura, è opportuno intervenire con un preconsolidamento puntuale delle parti precarie così da evitare di danneggiare frammenti decoesi, esfoliati o indeboliti e, allo stesso tempo, di attaccare una superficie instabile con acqua e/o prodotti chimici che potrebbero peggiorare la situazione.

Operazioni di pulitura materiali lapidei

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

Generalità ed esecuzione di prove di pulitura

Prima di eseguire le operazioni di pulitura è opportuno attenersi a delle specifiche procedure al fine di salvaguardare l'integrità del materiale e, allo stesso tempo, prepararlo in modo da garantire l'efficacia, più o meno incisiva, dell'intervento. Le operazioni preliminari comprendono:

- analisi puntuale e dettagliata della consistenza dei materiali da pulire al fine di avere un quadro esplicativo relativo alla loro natura, compattezza ed inerzia chimica;
- analisi dei prodotti di reazione, così da poter identificare la loro effettiva consistenza, la natura e la reattività chimica;
- preconsolidamento (preferibilmente reversibile) se si riscontra la necessità, del materiale prima di iniziare la pulitura;

- esecuzione delle prove prescelte su campioni di materiale;
- analisi dei risultati ottenuti sulla superficie campione prima di estendere le operazioni di pulitura a tutta la superficie.

Lo scopo che ogni operazione di pulitura, indipendentemente dal sistema prescelto, deve prefiggersi è quello di asportare dalla superficie ogni tipo di deposito incoerente, in particolar modo quelli che possono proseguire il deterioramento del materiale. La facilità o difficoltà dell'asportazione e, di conseguenza, il ricorso a metodologie più o meno aggressive, dipende strettamente dalla natura del deposito stesso:

- depositi incoerenti (particellato atmosferico terroso o carbonioso) che non risultano coesi con il materiale o derivati da reazione chimica, depositati per gravità, o perché veicolati dalle acque meteoriche o di risalita (efflorescenze saline);
- depositi incoerenti (particelle atmosferiche penetrate in profondità, sali veicolati dall'acqua di dilavamento ecc.) che tendono a solidarizzarsi alla superficie del materiale tramite un legame meccanico, non intaccando, però, la natura chimica del materiale;
- strato superficiale derivato dalla combinazione chimica delle sostanze esterne (volatili o solide) con il materiale di finitura; i prodotti di reazione che ne derivano sono, ad esempio, le croste (prodotti gessosi) e la ruggine (ossidi di ferro).

La rimozione dei depositi incoerenti presenti sul materiale che, a differenza delle croste, non intaccano la natura chimica del materiale, potrà essere eseguita ricorrendo a dei sistemi meccanici semplici, facili da applicare come ad esempio: stracci, spazzole di saggina, scope, aspiratori ecc. integrati, dove il caso specifico lo richiede, da bisturi, piccole spatole e lavaggi con acqua; invece nel caso in cui si debbano asportare depositi solidarizzati con il materiale, sarà conveniente ricorrere a dei cicli di pulitura più consistenti come, ad esempio, tecniche di pulitura a base d'acqua, pulitura con impacchi acquosi o con sostanze chimiche, pulitura meccanica, pulitura mediante l'uso di apparecchi aeroabrasivi, sabbiatura controllata ecc.

Ogni qualvolta si utilizzeranno sistemi di pulitura che implicheranno l'uso di considerevoli quantitativi d'acqua (spray di acqua a bassa pressione, idropulitura, acqua nebulizzata, acqua atomizzata ecc.) dovrà essere pianificato in sede di cantiere, prima di procedere con l'intervento, il sistema di raccolta e di convogliamento del liquido e dovrà essere prevista la protezione (mediante l'utilizzo di teli impermeabili) delle parti che, non essendo interessate dall'operazione di pulitura (serramenti, vetri ecc.), potrebbero essere danneggiate durante la procedura.

Ogni procedura di pulitura, in special modo se caratterizzata dall'utilizzo di prodotti specifici anche se prescritti negli elaborati di progetto, dovrà essere preventivamente testata tramite l'esecuzione di campionature eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; in ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni, ovverosia miscele di due liquidi, rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratterà di soluzioni, cioè scioglimento di un solido in un liquido, rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

Sistemi di pulitura per gli elementi lapidei

I materiali lapidei rientrano nella categoria dei materiali a pasta porosa e come tali risentono particolarmente dell'azione disgregatrice operata dalle condizioni al contorno. La superficie, generalmente lavorata, a contatto con gli agenti atmosferici è sottoposta ad una serie di lente trasformazioni chimiche-fisiche che portano, nel corso degli anni, alla formazione di una patina

superficiale, non dannosa, una sorta di protezione naturale che si limita ad alterare solo l'aspetto cromatico del materiale. Attualmente, le sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera ostacolano la formazione della patina attaccando direttamente i materiali lapidei favorendone la disgregazione e l'insorgenza di croste nere. L'intervento di pulitura su questo tipo di materiali deve, principalmente, essere indirizzato ad eliminare la presenza di efflorescenze, croste nere, macchie ecc. che provocano il lento deterioramento della materia e, laddove è presente, conservare la patina naturale.

Le croste nere che ricoprono gli elementi lapidei, costituiscono un tipo di degrado che più di altri può alterare lo stato di fatto del materiale; oltre a mascherare le policromie, annullando l'originale gioco di luci e di ombre caratteristico degli apparati decorativi, sono una fonte pericolosa di sali solubili e la loro persistenza fa sì che la superficie sia sempre a contatto con le sostanze inquinanti. La presenza di croste nere può inoltre accentuare l'effetto di variazioni termiche, che accelerano il fenomeno di esfoliazione degli strati superficiali della pietra provocando il distacco di frammenti.

Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione

Tecnica particolarmente adatta quando si tratterà di rimuovere polveri e depositi solubili in acqua o non troppo coesi al substrato; indicata soprattutto per asportare depositi superficiali sottili legati con gesso o calcite secondaria, su materiali lapidei di natura calcarea e poco porosi, è sconsigliata in presenza di croste nere di spessore considerevole (1-3 mm) e contenenti percentuali di gesso elevate (tra il 20% e il 30%) poiché i tempi di applicazione troppo lunghi potrebbero recare danni al materiale. La superficie da trattare sarà invasa da getti d'acqua a bassa pressione (2-3 atm) proiettati con l'ausilio di ugelli (simili a quelli comunemente usati negli impianti di irrigazione o in orticoltura) indirettamente dall'alto verso il basso, in modo tale da giungere sul materiale in caduta. Quest'operazione di pulitura, oltre all'azione chimica, svolgerà anche una moderata azione meccanica e dilavante, (dovuta al moderato ruscigliamento), grazie alla quale gran parte dei sali solubilizzati potranno essere rimossi. Importante è tenere presente che la quantità d'acqua da impiegare dovrà essere tale da non inumidire troppo la muratura (l'intervento non deve superare i 15-20 minuti consecutivi); inoltre, è consigliabile evitare i cicli di pulitura a base d'acqua nei mesi freddi così da evitare gli inconvenienti connessi sia all'azione del gelo sia alla lenta evaporazione, per questo la temperatura esterna non dovrebbe essere mai sotto i 14 °C.

La pulitura dovrà procedere per porzioni limitate di muratura; nel caso questa tecnica sia utilizzata per la pulitura di materiali lapidei porosi si dovrà, necessariamente, ridurre al minimo indispensabile la quantità d'acqua in modo da riuscire ad evitare la movimentazione dei sali presenti all'interno del materiale. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

Specifiche sui materiali: per la pulitura di manufatti, dovrà, preferibilmente, essere utilizzata, acqua assolutamente pura, dolce, priva di sali e calcari, con un pH neutro e una durezza inferiore al 2% (anche se sovente nella pratica si ricorre all'acqua di rubinetto). L'acqua da impiegare dipenderà dalla natura del materiale, di norma in presenza di calcari teneri si useranno acque più dure, acque a grana fine dove si riscontreranno problemi di solubilità di carbonato di calcio mentre, per i graniti e le rocce silicate potrà essere utilizzata acqua distillata ovvero deionizzata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide (RSO_3H) e basiche (RNH_3OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non renderà le acque sterili e nel caso in cui sia richiesta sterilità, potranno essere ottenute acque di questo tipo, operando preferibilmente per via fisica.

Pulitura mediante macchina idropulitrice a pressione controllata

L'idropulitura risulterà particolarmente adatta per effettuare lavaggi su delle superfici non di particolare pregio e soprattutto non eccessivamente degradate o porose poiché la pressione del getto (4-6 atm), in questo caso, potrebbe risultare troppo aggressiva e lesiva per il materiale ed implicare, sia l'eventuale distacco di parti deteriorate sia l'asportazione anche di porzioni sane di superficie. La procedura prevedrà l'esecuzione del lavaggio con getto di acqua, calda o fredda in riferimento alle indicazioni della D.L., emesso tramite l'ausilio di un ugello erogatore distante dalla superficie in una misura mai inferiore a 5 cm o superiore a 20 cm; si procederà con la pulitura dall'alto verso il basso per delimitate campiture, così da riuscire ad asportare velocemente lo sporco ed evitare la sua eventuale penetrazione (per percolamento) nelle parti inferiori, dopodiché si terminerà con un risciacquo dell'intera superficie. Al termine delle operazioni di lavaggio è opportuno accertarsi che l'intervento non abbia provocato dei danni al materiale (erosioni, abrasioni ecc.) e che non siano presenti polveri trasportate verso il basso dal ruscellamento delle acque di lavaggio. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

Pulitura mediante spray d'acqua nebulizzata

Un'alternativa alla pulitura con spray d'acqua deionizzata è la nebulizzazione del liquido tramite ugelli a cono vuoto (dotati di pinze e posizionati a 30-40 cm dalla superficie) caratterizzati da un orifizio molto piccolo, (diametro tra 0,41 e 0,76 mm), che permette di invadere la superficie da trattare (obliquamente e quasi senza pressione) con una fitta nebbia di goccioline, del diametro di circa 1/10 mm. Sostanzialmente le precauzioni da prendere saranno le stesse del metodo precedentemente illustrato, questo sistema sarà valido soprattutto per rimuovere incrostazioni costituite da composti parzialmente idrosolubili; l'acqua impiegata potrà essere deionizzata ed additivata con tensioattivi neutri allo scopo di diminuire l'angolo di contatto e, rispetto allo spray d'acqua, presenterà il vantaggio di accentuare l'azione diluente della pulitura chimica proprio grazie all'azione nebulizzante delle goccioline. La nebulizzazione risulterà particolarmente adatta quando si tratterà di pulire pietre carbonatiche non troppo incrostate (meno adatta per pietre quarzo-silatiche) e per interventi su calcari non troppo porosi, dove le sostanze da rimuovere non siano particolarmente tenaci, contrariamente, in presenza di depositi difficili da rimuovere, si completerà il ciclo di pulitura con impacchi o spazzole di saggina. La pulitura dei materiali porosi con acqua nebulizzata dovrà ridurre i tempi d'irrorazione della superficie (così da evitare l'assorbimento d'acqua in profondità) ripetendo, se necessario, l'intervento più volte. L'applicazione continua della nebulizzazione sulla superficie non dovrà, comunque, mai superare i 15 minuti consecutivi in modo da evitare che le murature s'impregnino eccessivamente (in condizioni "normali" il consumo d'acqua potrà essere valutato in 4 l/h per ugello). Tra i vari cicli di pulitura dovranno intercorrere ampie pause così da consentire al materiale il completo prosciugamento. I tempi d'applicazione saranno comunque in funzione della consistenza dei depositi e della natura del materiale; su calcari teneri l'intervento potrà durare meno rispetto a quello operato su quelli compatti. La pulitura mediante acqua nebulizzata si effettuerà in cantiere ricorrendo a specifica apparecchiatura e dovrà essere applicata, esclusivamente durante la stagione calda, mai con valori minimi della temperatura esterna inferiori a 17 °C. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

Pulitura mediante acqua atomizzata

Molto simile alla tecnica della nebulizzazione è la pulitura mediante acqua atomizzata con la differenza che, in questo caso, lo spruzzo d'acqua è costituito da goccioline ancora più piccole. Mediante l'uso d'apposite camere di atomizzazione, infatti, l'acqua si ridurrà in un aerosol costituito da un numero elevato di finissime goccioline che fuoriusciranno da ugelli connessi ai lati delle camere mediante condutture flessibili; in questo modo aumenterà l'azione solvente dell'acqua nei confronti dei sali solubili e dei leganti delle croste nere, mentre diminuirà l'azione meccanica che si limiterà ad un debole ruscellamento sulle superfici sottostanti. Si ricorrerà a questa tecnica ogni qualvolta si dovrà eseguire la pulitura su porzioni particolarmente delicate come: apparati decorativi, fregi, modanature ecc., e/o su superfici particolarmente degradate (decoese). La pulitura mediante l'atomizzazione sarà in grado di asportare dalle superfici lapidee (anche porose) di natura carbonatica, parte dei sali solubili e i depositi polverulenti e/o carboniosi. I tempi di applicazione sono più lunghi di quelli previsti per la nebulizzazione. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura, si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

Pulitura meccanica (spazzole, bisturi, spatole ecc.)

La pulitura meccanica di superfici lapidee, comprende una serie di strumenti specifici il cui impiego è in stretta relazione al grado di persistenza delle sostanze patogene che si dovranno asportare. Prima di procedere ad illustrare la gamma di utensili disponibili e le relative tecniche, è opportuno precisare che la riuscita delle operazioni di pulitura meccanica, sarà strettamente connessa all'abilità ed alla sensibilità dell'operatore che dovrà prestare particolare attenzione a non arrecare danni irreversibili al materiale (incisioni o segni). La pulitura meccanica consentirà la rimozione di scialbature, depositi ed incrostazioni più o meno aderenti alla superficie; a tal fine si potrà ricorrere a strumenti di vario tipo partendo dai più semplici come: spazzole di saggina o di nylon, bisturi, piccole spatole metalliche, sino ad arrivare ad utilizzare apparecchiature meccanizzate più complesse di tipo dentistico che, alimentate da un motore elettrico o pneumatico, consentiranno la rotazione di un utensile come ad esempio: microspazzolini in fibre vegetali o nylon (per asportare depositi più o meno aderenti), microfrese (atte all'asportazione di incrostazioni dure e di modeste dimensioni), micromole in gomma abrasiva (ovviano l'inconveniente di lasciare tracce da abrasione grazie al supporto relativamente morbido), microscalpelli su cui si monteranno punte in vidia di circa 5 mm di diametro (adatti per la rimozione di depositi calcarei), vibroincisori, apparecchi che montano punte a scalpello o piatte con diametro di circa 2-3 mm (eliminano incrostazioni molto dure e coese come scialbi, stuccature cementizie ecc.). La carta abrasiva fine (400-600 Mesh) o la pomice potranno essere impiegate in presenza di superfici piane o poco irregolari, anche se la bassa velocità di avanzamento che caratterizza questo sistema, implicherà tempi di lavoro troppo lunghi e, per questo, potrà essere applicato solo su porzioni limitate di materiale. In presenza di stuccature cementizie, o in casi analoghi, si potrà procedere alla loro asportazione ricorrendo all'uso di un mazzuolo e di uno scalpello (ungbietto); considerato l'impatto che potrà avere l'intervento sul materiale, si consiglia di effettuare l'operazione in maniera graduale in modo da poter avere sempre sotto controllo l'intervento.

Avvertenze

Questo tipo di pulitura potrà produrre variazioni morfologiche superficiali in funzione della destrezza dell'operatore e delle condizioni conservative della superficie, mentre saranno assenti variazioni del colore delle superfici trattate da tale procedura.

Pulitura mediante prodotti solventi

La pulitura mediante solventi dovrà essere, necessariamente, impiegata nel caso in cui si operi in presenza di materiali o supporti (ad es., stucchi a gesso o stesure pittoriche a base gesso) che non siano in grado di sopportare puliture ad acqua. La procedura operativa prevedrà le seguenti fasi:

- esecuzione di prove preliminari di pulitura al fine di determinare il livello della rimozione dei prodotti di deposito e di alterazione, senza danneggiare il supporto, la sua finitura superficiale nonché il materiale di cui è costituito: tali prove serviranno, inoltre, per avere un campione di riferimento e di controllo durante le fasi successive di lavoro. Tali test dovranno essere eseguiti in presenza della DL ed essere visionati dagli organi di tutela del bene in oggetto; ogni campione dovrà essere catalogato e riportare il tipo di solvente utilizzato. Per la campionatura, (che dovrà necessariamente essere eseguita su differenti elementi lapidei), se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, potranno essere impiegati i seguenti solventi: acetone, acqua ragia, diluente nitro e white spirit;
- pulitura degli elementi in oggetto mediante tamponi (batuffoli di cotone) o compresse di garza contenente al suo interno materiale assorbente. L'operatore potrà impiegare il tampone impugnandolo direttamente o utilizzando un bastoncino in legno così da agevolare la pulitura di porzioni difficilmente raggiungibili come incavi, spigoli, rientranze ecc. L'operatore, dopo avere imbevuto di solvente il tampone, procederà a strofinare leggermente la zona da pulire eseguendo, preferibilmente, un movimento rotatorio. Nei punti più difficili da raggiungere e/o in presenza di depositi o incrostazioni più coerenti, potrà essere necessario insistere nell'azione impiegando il movimento più adatto alla specifica esigenza. In caso di colature, o dispersioni incontrollate del solvente misto al particolato di deposito, occorrerà operare la rimozione tempestivamente asciugandole con un tampone o una pezza di garza asciutti. Subito dopo aver passato il tampone sarà necessario passare sul manufatto oggetto di intervento una pezza di tessuto pulito ovvero un altro tampone inumidito con idoneo diluente così da rimuovere eventuali eccessi di solvente affinché questi non continuino la loro azione. In alternativa, ossia dove si renderà necessario un intervento più minuzioso e localizzato, ossia per le parti più delicate policrome o dorate (scritte, stemmi, festoni, capitelli), sarà preferibile veicolare il solvente mediante l'utilizzo di addensanti cellulosici ovvero solvent-gel. Queste tipologie di prodotti, oltre a risultare igroscopici, permettono di gelificare il solvente così da mantenerlo localizzato sulla superficie del manufatto policromo; in questo modo l'azione di pulitura si rileverà più selettiva limitando la penetrazione del solvente negli strati sottostanti. Il gel sarà applicato con pennelli piccoli e morbidi per i tempi e con la densità stabiliti dai test-campione eseguiti in precedenza; in caso di superfici particolarmente decoese si potranno frapporre tra il composto e il supporto dei fazzoletti di carta giapponese. Il composto sarà rimosso a secco o a tampone leggermente imbevuto così da evitare di lasciare eventuali residui dannosi per il manufatto.

Avvertenze

La scelta del solvente adatto alla rimozione di una certa sostanza richiederebbe, di norma, l'esatta conoscenza della natura chimica del materiale da disciogliere; nel caso in cui si disponga di tale conoscenza preliminare all'intervento, sarà sufficiente utilizzare il Triangolo delle Solubilità dei solventi così da arrivare immediatamente ad una possibile, quanto idonea soluzione. Nel caso in cui l'operatore non abbia la piena conoscenza della natura del materiale da rimuovere, sarà necessario eseguire delle prove campione sulla superficie da rimuovere. I suddetti test, eseguiti dietro specifica

autorizzazione della DL, dovranno verificare, con delle miscele solventi standard a parametri di solubilità noti (potrà, per semplicità, essere considerato solo uno dei tre parametri ad es. la f_d ovvero la forza di dispersione), il valore necessario per solubilizzare il materiale ovvero la vernice in oggetto: in accordo col valore trovato, verrà scelto il solvente adeguato per la pulitura. Il pratica si dovranno eseguire delle modeste tassellature di prova partendo sempre dalla miscela (ovvero dal solvente) con valore più basso per poi passare alla successiva, fino a quando se ne troverà una che solubilizzerà il soluto in questione. Stabilito, in questo modo, il parametro spia, si potrà compiere la scelta del solvente (o più spesso della miscela di solventi, ad es. 1 parte di white spirit e 3 parti di trielina per asportare depositi, grassi di oli e cere) avente il valore ricercato. La selezione, pertanto, sarà indirizzata dalla tabella dei parametri di solubilità nelle immediate vicinanze del valore del parametro scelto determinato dalla prova-campione. In linea generale, la scelta dovrà ricadere su un solvente il meno tossico possibile, nel caso tale solvente non dovesse esistere, il valore spia dovrà essere riprodotto mediante miscela di solventi (per semplicità operativa converrà operare verso miscele binarie).

La scelta dei solventi, sia quando risulti nota la natura del soluto, sia quando si debba ricavare mediante prove campione, rappresenta di norma un compromesso tra esigenze diverse quali il potere solvente, la stabilità, la non corrosività, la tossicità e l'inflammabilità. Considerando i parametri di solubilità (ovvero f_s forze di dispersione tipo apolari, f_p forze di tipo polari e f_h forze di legame a Idrogeno) dei solventi organici, sarà, pertanto, consigliabile sostituire un solvente organico con un altro solvente o una miscela di solventi la cui terna di parametri di solubilità sia analoga a quella del solvente da sostituire, specialmente se questo ultimo si rileva molto tossico. L'utilizzo di solventi gelificanti nelle operazioni di pulitura di superfici policrome sarà da preferire dal momento che consentirà di ottenere un'azione più controllata e selettiva sullo strato da rimuovere, oltre ad una minore volatilità dei solventi stessi ed una maggiore sicurezza per l'operatore.

Per utilizzare, manipolare e/o conservare i suddetti prodotti si dovrà, obbligatoriamente, fare riferimento a quanto indicato sulle relative etichette e schede di sicurezza. I prodotti dovranno, inoltre, essere ad esclusivo uso di personale professionalmente qualificato. In ogni caso dovranno sempre essere utilizzati i DPI (dispositivi di protezione individuali) adeguati a protezione della pelle, degli occhi, del viso e delle vie respiratorie.

Specifiche sui materiali

Acetone anidrite solvente polare, volatile atossico presenta un ottimo potere solvente miscibile con molti liquidi e può essere impiegato come solvente intermediario.

Acqua ragia minerale solvente apolare, la versione dearomatizzata, presenterà una tossicità inferiore; sarà, comunque, consigliabile utilizzarla in ambiente areato.

Diluyente nitro antinebbia, miscela di vari solventi (toluene, acetone, dicloropropano, alcool isopropilico), alcuni tossici a polarità media a rapida evaporazione, possiede un buon potere solvente.

White spirit (ragia dearomatizzata), miscela di idrocarburi, liquido limpido di odore caratteristico è insolubile in acqua ma miscibile con la maggior parte dei solventi organici.

Solvent-gel si costituiscono a partire da acido poliacrilico e ammina di cocco, la quale possiede la proprietà di neutralizzare la funzione acida dell'acido poliacrilico e, contemporaneamente, di

conferire all'addensante anche blande proprietà tensioattive. L'aggiunta al solvente scelto e poche gocce d'acqua provocano il rigonfiamento del sistema e la formazione del gel.

Addensanti cellulosici: agiscono per rigonfiamento diretto della struttura cellulosica da parte del solvente puro o di loro miscele. La metilcellulosa si rileva più adatta per gelificare solventi polari (acetone, white spirit ecc.) o miscele di questi, da utilizzarsi in concentrazione dal 2 al 4% p/v. L'etilcellulosa si rileva, invece, più adatta per solventi a polarità medio bassa (clorurati, chetoni, esteri ecc.) o apolari; la percentuale di utilizzo varia dal 6% al 10% (p/v) a seconda dei casi.

Pulitura mediante impacchi

Le argille assorbenti, come la seppiolite e l'attapulgit, sono dei silicati idrati di magnesio, mentre la polpa di cellulosa è una fibra organica ottenuta da cellulose naturali (disponibile in fibre di lunghezza variabile da 40 a 1000 μ); mescolate insieme all'acqua, questo tipo di sostanze, sono in grado di formare una sorta di fango capace di esercitare, una volta a contatto con le superfici lapidee e opportunamente irrorato con acqua (o con sostanze chimiche), un'azione, di tipo fisico, di assorbimento di liquidi in rapporto al proprio peso. La pulitura mediante impacchi assorbenti risulterà vantaggiosa, oltre che per l'asportazione dei sali solubili, per la rimozione, dalle superfici lapidee, di strati omogenei di composti idrosolubili o poco solubili (come croste nere poco spesse, di circa 1 mm), macchie originate da sostanze di natura organica, strati biologici (batteri, licheni e algali). Gli impacchi, inoltre, sono capaci di ridurre le macchie di ossidi di rame o di ferro. Il vantaggio del loro utilizzo risiede anche nella possibilità di evitare di applicare direttamente sulla superficie sostanze pulenti (in special modo quelle di natura chimica) che, in alcuni casi, potrebbero risultare troppo aggressive per il substrato. La tipologia d'impacco dipenderà dal grado di persistenza e dalla solvenza dello sporco da rimuovere, ma si deve tenere presente che gli impacchi non risulteranno particolarmente adatti per asportare croste spesse e, in caso di materiali porosi e/o poco coesi, sarà opportuno, al fine di non rendere traumatica l'operazione d'asportazione, interporre sulla superficie carta giapponese o klinex. Potrà essere conveniente, prima di applicare l'impacco, operare lo "sgrassamento" e la rimozione d'eventuali incrostature superficiali ricorrendo a solventi come acetone, cloruro di metilene ecc. e, dove risulterà possibile, effettuare un lavaggio con acqua (deionizzata o distillata) in modo da asportare i depositi meno coerenti ed ammorbidire gli strati carboniosi più consistenti. In presenza di efflorescenze si dovrà provvedere alla loro asportazione meccanica tramite lavaggio con acqua deionizzata e spazzolino morbido prima di procedere con l'operazione.

In linea generale si deve preferire basse concentrazioni con conseguenti tempi di applicazione più lunghi rispetto ad impacchi con soluzioni elevate con tempi di applicazione brevi.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di acqua (estrazione di sali solubili mediante applicazione di compresse assorbenti)

L'impacco acquoso consisterà nell'applicazione, direttamente sulla superficie, (preventivamente umidificata con acqua distillata o deionizzata) di argille assorbenti (seppiolite o attapulgit con granulometrie comprese tra i 100 e i 200 Mesh) o polpa di cellulosa (fibra lunga 600-1000 μ) previa messa in opera, dove si renderà necessario, di klinex o fogli di carta giapponese indispensabili per interventi su superfici porose e/o decoese. La preparazione dell'impacco avverrà manualmente imbevendo con acqua deionizzata o distillata il materiale assorbente fino a che questo non assumerà

una consistenza pastosa tale da consentire la sua applicazione, con l'ausilio di spatole, pennelli o, più semplicemente con le stesse mani, in spessori variabili a seconda delle specifiche dettate dalla DL (2-3 cm per le argille, 1 cm per la polpa di cellulosa). La permanenza dell'impacco sulla superficie sarà strettamente relazionata al caso specifico ma soprattutto farà riferimento alle indicazioni, dettate dalla DL, basate su prove preventive effettuate su campioni (circa 10x10 cm). Il tempo di contatto (da pochi minuti a diverse ore) dipenderà dalla concentrazione delle soluzioni impiegate (da 5% a 130%, alle soluzioni sature), dal tipo e dalla consistenza del degrado che dovrà essere rimosso. La plasticità dell'impacco potrà essere migliorata aggiungendo all'acqua e all'argilla quantità variabili di attapulgitte micronizzate. Gli impacchi dovranno essere eseguiti con temperature esterne non inferiori a 10 °C; se applicati durante un periodo caldo, o in presenza di vento, al fine di rallentare l'evaporazione del solvente, potranno essere protetti esternamente con strati di cotone o teli di garza imbevuti di acqua demineralizzata, coperti da fogli di polietilene muniti di un'apertura dalla quale verrà garantito l'inumidimento della superficie sottostante. La rimozione della poltiglia potrà essere eseguita quando questa, una volta asciutta, formerà una crosta squamosa ed incoerente tale da distaccarsi dal supporto poiché non più aderente alla superficie. I frammenti di pasta cadranno da soli o potranno essere rimossi con facilità aiutandosi con pennello o spatola. Il supporto dovrà essere lavato con acqua demineralizzata, nebulizzata a bassa pressione in modo da riuscire ad asportare tutto il materiale assorbente aiutandosi, se necessario, anche con spazzole e pennelli di setole di nylon morbide. Sia l'attapulgitte che la sepiolite saranno in grado di assorbire una grande quantità di liquidi in rapporto al loro peso (un chilogrammo di attapulgitte è in grado di assorbire 1,5 kg d'acqua senza rigonfiare); l'attapulgitte riuscirà ad assorbire, oltre l'acqua, anche gli oli. Le argille assorbenti, rispetto alla polpa di cellulosa, presenteranno l'inconveniente di sottrarre troppo rapidamente l'acqua dalle superfici trattate. In presenza di pietre molto porose potrà essere indicato ricorrere alla polpa di cellulosa (più facile da rimuovere rispetto alle argille).

Specifiche sui materiali

In alternativa all'impasto composto in cantiere potrà essere impiegato un impasto premiscelato denominato Westox Cocoon costituito esclusivamente da acqua distillata, fibre di purissima cellulosa di grado A (farmaceutico, non riciclata), proveniente da pasta di pino di prima scelta esente da Arsenico. La pasta (con ph di 8,0-8,5) viene alcalinizzata con Carbonato di Calcio da polvere di marmo, invece che con il normale Bicarbonato di Sodio, onde evitare di introdurre uno ione estraneo alla malta di calce, e modificata con terre silicee assorbenti purissime (farina fossile diatomacea). La pasta dell'impacco Cocoon è fornita pronta all'uso, non necessita di nessuna aggiunta né di essere mescolata. Si applica alla superficie (per un minimo di due applicazioni) mediante spatola piatta, cazzuola o a spruzzo per grandi superfici, per uno spessore di circa 10 mm (consumo di circa 10 l/m²), anche da mano d'opera non specializzata. Dopo circa 7-28 giorni dall'applicazione (14 giorni in condizioni climatiche medie, ma anche molto di più) la pasta sarà diventata un cartone contenente i sali e potrà essere distaccata manualmente dal substrato o con l'eventuale aiuto di spatola piatta. Il cartone potrà essere mandato a discarica ordinaria. Così come per l'impacco "tradizionale", la superficie interessata dovrà essere lavata con acqua demineralizzata eventualmente coadiuvata da una leggera spazzolatura manuale eseguita con spazzole morbide.

Avvertenze

Il degrado e i danni si presenteranno in proporzione alla quantità percentuale in peso dei sali totali presenti nel muro. Il contenuto salino del muro potrà essere verificato da analisi di laboratorio su campioni secondo la norma UNI 11087 Beni Culturali "Materiali lapidei naturali ed artificiali. Determinazione del contenuto di sali solubili. Specie ioniche". La valutazione dei "sali totali" (ossia la somma delle seguenti specie ioniche: cloruri, solfati, nitrati e Sodio, Potassio, Magnesio, Calcio) mediante conduttività, prevista dalla stessa norma, potrà essere accettata per misure comparative a discrezione del Direttore dei Lavori.

In linea generale un muro potrà essere classificato secondo il grado di contaminazione in:

- pulito quando contiene meno dello 0,20% di sali totali al suo interno;
- poco contaminato quando contiene dallo 0,30% allo 0,50% (con questo contenuto salino vi sono pochi danni);
- mediamente contaminato dallo 0,60% all'1,50%;
- molto contaminato dall'1,60% al 3,00% di sali;
- gravemente contaminato oltre il 3,00% di contenuto salino.

L'abbassamento del contenuto salino totale del muro sotto allo 0,20% garantisce che il muro è sano, e rimarrà tale se non entrano nuovi sali. Essendo ogni situazione di cantiere diversa, il numero di applicazioni necessario per raggiungere, nel caso particolare, la soglia ideale dovrà essere valutata singolarmente; in ogni caso, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, si eseguiranno un minimo di due cicli di impacco intervallati da almeno 14 giorni.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di sostanze chimiche

In presenza di sostanze patogene particolarmente persistenti (croste poco solubili) gli impacchi potranno essere additivati con dosi limitate di sostanze chimiche, in questo caso l'operazione dovrà essere portata a compimento da personale esperto che prima di estendere il procedimento a tutte le zone che necessiteranno dell'intervento, eseguirà delle limitate tassellature di prova utili a definire, con esattezza, i tempi di applicazione e valutare i relativi effetti. Le sostanze chimiche, a base di solvente o di sospensioni ad azione solvente, con le quali si potranno additivare gli impacchi dovranno avere una limitata tossicità, bassa infiammabilità, adeguata velocità di evaporazione e una composizione pura. Un solvente troppo volatile non riuscirà a soluzione in tempo il deposito così come un solvente con alto punto d'evaporazione ristagnerà sulla superficie. Si potrà ricorrere a prodotti basici o a sostanze detergenti quali saponi liquidi neutri non schiumosi diluiti nell'acqua di lavaggio. Le sostanze a reazione alcalina più o meno forte (come l'ammoniaca, i bicarbonati di sodio e di ammonio) saranno utilizzate soprattutto per saponificare ed eliminare le sostanze grasse delle croste a legante organico e, in soluzione concentrata, saranno in grado di attaccare incrostazioni scure spesse e scarsamente idrosolubili. I detergenti saranno in grado di diminuire la tensione superficiale dell'acqua incrementandone, in questo modo, l'azione pulente; l'utilizzo dei detergenti consentirà di stemperare le sostanze organiche (oli e grassi), di tenere in sospensione le particelle di depositi inorganici non solubilizzati o disgregati, di compiere un'azione battericida presentando il vantaggio di poter essere asportati insieme allo sporco senza lasciare alcun residuo.

Per asportare croste nere di piccolo spessore (1-2 mm) uno dei formulati che, se non diversamente indicato dalla DL, potrà essere utilizzato si comporrà di:

- 1000 cc di acqua deionizzata;
- 50 g di carbossimetilcellulosa (serve per dare consistenza tissotropica all'impasto);
- 30 g di bicarbonato di sodio (NaHCO_3);
- 50-100 g di EDTA (sale bisodico).

Il tempo di contatto potrà variare secondo i casi specifici: nel caso in cui la DL riterrà opportuno prolungarlo nel tempo (sulla base di prove preventive su tasselli di materiale campione), si dovrà provvedere alla copertura dell'area interessata con fogli di polietilene in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua presente nel composto. Una volta rimosso il composto, si dovrà procedere alla pulitura con acqua deionizzata aiutata, se si riterrà necessario, con una leggera spazzolatura.

L'EDTA bisodico è particolarmente efficace nella rimozione di patine di gesso, generate da solfatazioni e carbonato di calcio legate alla presenza di scialbi o ricarbonatazioni superficiali, grazie al pH debolmente acido ($\text{pH} \approx 5$). L'EDTA tetrasodico con il pH alcalino ($\text{pH} \approx 11$) risulterà particolarmente efficace nella rimozione di patine di vario colore (giallo, rosa, bruno) composte da ossalato di calcio (prodotto da certi tipi di licheni o da ossidazione di eventuali materiali organici vari applicati in passato a scopo protettivo o decorativo e, in seguito, ossidati da batteri installatisi sulla superficie).

In alternativa si potrà utilizzare un impacco leggermente diverso denominato AB 57 composto nel seguente modo:

- 1000 cc di acqua deionizzata;
- 60 g di carbossimetilcellulosa;
- 50 g di bicarbonato di sodio (NaHCO_3);
- 30 g di bicarbonato di ammonio (NH_4HCO_3);
- 25 g di EDTA (sale bisodico);
- 10 g di Neodesogen (sale di ammonio quaternario) al 10%.

Rispettando la composizione si avrà una soluzione il cui pH sarà di circa 7,5 (sarà, in ogni caso, sufficiente che il pH non superi il valore di 8 al fine di evitare pericolosi fenomeni di corrosione dei calcarei e l'eventuale formazione di sotto prodotti dannosi); la quantità di EDTA potrà variare fino ad un massimo di 100-125 g, alla miscelazione potranno essere aggiunte ammoniaca o tritanolamina (liquido limpido, viscoso, molto igroscopico) allo scopo di migliorare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nella crosta. Anche in questo caso ad operazione avvenuta si renderà indispensabile un lavaggio con acqua deionizzata accompagnato, se si riterrà necessario, da una blanda azione meccanica di spazzolatura.

Per la rimozione di ruggine dalle superfici lapidee il reagente utilizzato sarà diverso a seconda se si tratterà di operare la pulitura su rocce calcaree o su rocce silicee; le macchie di ferro, su queste ultime, si potranno rimuovere mediante acido fosforico e fosfati, fluoruri o citrati mentre, sulle rocce calcaree, si potrà ricorrere a una soluzione satura di fosfato di ammonio (con pH portato a 6 per aggiunta di acido fosforico) facendo attenzione a limitare al minimo il tempo di contatto. È buona norma, prima di applicare gli impacchi, sgrassare la superficie da pulire e, al fine di limitare la diffusione del ferro all'interno del materiale, applicare i primi impacchi su di un'area doppiamente estesa rispetto a quella dell'intervento e quelli successivi limitandosi alla parte interessata dalla patologia.

Avvertenze

Questo tipo di pulitura comporterà inevitabilmente un blando effetto di corrosione delle superfici calcaree soprattutto in avanzato stato di degrado, ciò è dovuto principalmente alla presenza di agenti complessati del calcio all'interno del formulato AB57. La pulitura con impacco chimico aumenterà, inoltre leggermente l'assorbimento capillare di acqua in relazione all'effetto di

corrosione corticale esaminato in precedenza. In alcuni casi, inoltre, la pulitura chimica potrà presentare una leggera sbiancatura delle superfici trattate.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di Carbonato e Bicarbonato d'Ammonio

Il carbonato e il bicarbonato di ammonio (veicolati nella maggior parte dei casi con impacchi di polpa di cellulosa) sono sali solubili in acqua, ai quali si potrà ricorrere in percentuali che varieranno da 5% a 100%, secondo i casi; potranno essere utilizzati sia da soli che in composti e, non di rado, a questa tipologia di impacchi si potranno aggiungere resine a scambio ionico con effetto solfante applicate in seguito a miscelazione con acqua demineralizzata in rapporto variabile, in base alla consistenza finale che si vorrà ottenere per effettuare il trattamento (i tempi di applicazione sono, anche in questo caso, da relazionarsi ad opportuni test preventivi).

Il carbonato e il bicarbonato di ammonio decompongono spontaneamente originando prodotti volatili (di norma questi sali risulteranno attivi per un lasso di tempo di circa 4-5 ore), la liberazione di ammoniaca conferirà al trattamento proprietà detergenti, mentre l'alcalinità (maggiore per il carbonato che per il bicarbonato) consentirà una graduale gelificazione di materiale di accumulo e vecchie patine proteiche e lipidiche, consentendone la rimozione dalla superficie. Questi sali eserciteranno, inoltre, un'azione desolfatante, riuscendo a trasformare il gesso, eventualmente presente sul supporto, in solfato di ammonio più solubile e facilmente asportabile con lavaggio acquoso. Se il materiale da asportare presenterà un'elevata percentuale di gesso, la concentrazione in acqua del carbonato o bicarbonato dovrà essere di tipo saturo (circa il 15-20% di sale in acqua deionizzata) mentre, per gli altri casi, basterà raggiungere il pH necessario (9 per il carbonato, 8 per il bicarbonato) con soluzioni meno sature (5-7% in acqua deionizzata). L'uso del bicarbonato d'ammonio (o di sodio) sarà sconsigliato nel caso di interventi su materiali particolarmente degradati, specie per i marmi (nei quali si può avere una facile corrosione intergranulare e decoesione dei grani di calcite superficiale) e per i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco. In presenza di efflorescenze visibili sarà utile un'anticipata rimozione meccanica delle stesse, allo scopo di evitare la loro solubilizzazione e conseguente compenetrazione in seguito alla messa in opera dell'impacco.

Esempi di impasti: un impasto base per la rimozione di patine tenaci, fissativi o pitturazioni eseguite con colori più o meno resistenti sarà composto da:

- polpa di cellulosa a fibra media-grossa (tipo Arbocell 200-600 □, metà della quantità di polpa di cellulosa potrà essere sostituita con Sepiolite);
- carbonato di ammonio al 20-25% (soluzione satura e acqua deionizzata in rapporto 1:2), in alternativa si potrà utilizzare bicarbonato di ammonio in opportuna diluizione.

La validità dell'impacco dovrà, in ogni caso, essere testata preventivamente su tasselli-campione, indicativamente il tempo di contatto potrà variare tra i 10 e i 45 minuti. La concentrazione della sostanza attiva non dovrà essere molto alta così da garantire all'impacco un'azione prolungata nel tempo e in profondità. Per pitturazioni eseguite con colori poco resistenti o delicati potrà essere utilizzata polpa di cellulosa con fibre corte (0-40 μ) o carbossimetilcellulosa (così da formare un impasto semitrasparente morbido e pennellabile) abbassando i tempi di applicazione (che potranno oscillare dai 5 ai 20 minuti) così da evitare che l'impacco agisca troppo in profondità ed eserciti solo azione pulente in superficie. In presenza di pigmenti deboli potrà essere necessario sostituire il carbonato con il bicarbonato di ammonio con l'eventuale riduzione delle concentrazioni e dei tempi di contatto (potranno essere sufficienti anche solo pochi minuti).

Orientativamente impacchi realizzati con polpa di cellulosa a macinazione medio-grossa (200-1000 μ) verranno impiegati con tempi di contatto relativamente lunghi (10-60 minuti) e con sostanza attiva (carbonato o bicarbonato di ammonio) in basse concentrazioni così da dar modo all'impacco di adire più a lungo e più in profondità. Impacchi, invece, realizzati con grana fine o finissima (00-200 μ) verranno impiegati con tempi di contatto più rapidi (5-20 minuti) e con sostanza attiva in bassa diluizione oppure in soluzione satura, così da evitare all'impacco di agire troppo in profondità garantendo una pulitura più delicata.

Specifiche sui materiali

Polpa di cellulosa: di colore bianco, deresinata ricavata dal legno. Le fibre presentano un'elevata superficie specifica, ed un'altrettanto elevato effetto addensante, un comportamento pseudoplastico e una buona capacità di trattenere i liquidi e sono, inoltre, insolubili in acqua ed in solventi organici. Un chilogrammo di polpa di cellulosa sarà in grado di trattenere circa 3-4 l di acqua, minore sarà la dimensione della fibra (00, 40, 200, 600, 1000 μ) maggiore sarà la quantità di acqua che sarà in grado di trattenere.

Avvertenze

L'applicazione degli impacchi chimici dovrà essere fatta dal basso verso l'alto in modo da ovviare pericolosi ed incontrollabili fenomeni di ruscellamento e al fine di ogni applicazione si procederà all'asportazione di ogni traccia di sostanza chimica ricorrendo sia ad un accurato risciacquo manuale con acqua deionizzata sia, se indicato dalla scheda tecnica del prodotto, all'ausilio di apposite sostanze neutralizzatrici. I vantaggi degli impacchi, indipendentemente dalla tipologia, risiedono nella loro non dannosità, nel basso costo (le argille sono riutilizzabili previo lavaggio in acqua) e nella facilità di messa in opera, non solo ma se si userà una miscela di polpa di cellulosa più argille assorbenti (in rapporto 1:1) si potranno sfruttare le caratteristiche migliori di entrambe (l'impacco che ne deriverà si presenterà morbido e malleabile tale da permettere l'applicazione sulle zone interessate senza cadute di materiale o percolazione di liquido in eccesso sulle zone limitrofe); per contro gli svantaggi sono la lentezza dell'operazione e la loro relativa non controllabilità.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di Resine a scambio ionico

Il pulitore a scambio cationico (descialbante) funziona come agente di pulitura nei confronti di scialbature e incrostazioni calcaree, "sequestrando" ioni di calcio al supporto cui viene applicato in modo lento e delicato, garantendo, pertanto, un buon controllo del grado di pulitura. Il pulitore risulterà facilmente disperdibile in acqua demineralizzata o distillata con la quale, allorché venga miscelato per 1/7-1/8 del suo peso (ovvero con altro rapporto a secondo della consistenza finale descritta negli elaborati di progetto), fornisce un impasto facilmente applicabile a spatola su superfici con qualsiasi orientamento; con quantitativi d'acqua leggermente superiori si otterranno impasti più scorrevoli applicabili a pennello.

Le resine a scambio anionico (desolfatanti) risulteranno invece attive nei confronti di gesso e solfati, derivati dall'aggressione da inquinamento atmosferico, su materiali lapidei di origine sia naturale sia artificiale quali: marmi, pietre, malte, intonaci, affreschi o pitture murali. Al fine di ottenere un impasto facilmente applicabile a spatola su superfici di qualsiasi orientamento sarà necessario disperdere, orientativamente, una parte in peso di resina in una parte in peso di acqua deionizzata o distillata. Quantitativi maggiori di acqua (1,2-1,5 parti in peso), consentiranno applicazioni a pennello o con erogatori a spruzzo. In particolari situazioni applicative e sempre dietro specifica indicazione della DL potranno essere ammesse anche soluzioni di carbonato di ammonio sino al

10% p/p, sempre preparate con acqua deionizzata o distillata; tali impasti dovranno essere messi in opera subito dopo la loro preparazione. Se si utilizzeranno impasti con soluzioni di carbonato di ammonio, sarà necessario accertare, e di conseguenza, proteggere l'eventuale presenza di parti infisse o di pigmenti a base di rame.

In entrambi i casi, al fine di migliorare il trattamento, sarà consigliabile operare, sulla superficie da trattare, un preventivo trattamento di umidificazione con acqua demineralizzata ovvero distillata, fermo restando che le superfici da trattare dovranno essere liberate da eventuali depositi di polvere o detriti di qualsiasi genere. L'azione del prodotto si esplica sino a che l'impasto rimarrà sufficientemente bagnato, per cui, se necessario, dovrà essere cura dell'Appaltatore proteggere gli impacchi dagli essiccamenti troppo rapidi con fogli di polietilene od altri film plastici. Dovranno, in ogni caso essere evitate temperature inferiori ai 10 °C e superiori ai 30 °C. Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto dovranno essere utilizzati impasti miscelati entro la stessa giornata lavorativa.

Sia le quantità di acqua, ottimali per la consistenza voluta dell'impasto, che la durata ed il numero delle applicazioni dovranno, necessariamente, essere ricercati di volta in volta, a seconda dei problemi di pulitura da affrontare, effettuando prove preliminari di trattamento su zone ridotte e tipologicamente significative delle superfici. I suddetti campioni dovranno essere eseguiti dall'appaltatore sotto stretto controllo della DL.

Trascorso il tempo di trattamento ritenuto utile, l'impasto, o meglio il suo residuo dall'evaporazione, potrà essere rimosso per azione meccanica blanda, ad esempio con spazzolatura, combinata o meno ad una aspirazione. Nel caso in cui l'impacco fosse stato preservato con una pellicola, questa dovrà essere staccata per prima e la rimozione dei residui iniziata dopo un opportuno tempo di asciugamento. La pulitura della superficie potrà essere completata, se prescritto dalla DL, mediante una spugnatura con acqua deionizzata. Se necessario, il trattamento potrà essere ripetuto, in linea di principio indefinitamente, sino all'ottenimento del risultato più soddisfacente.

Avvertenze

Le resine a scambio ionico tipo cationico hanno caratteristiche acide, pertanto dovranno essere evitati con cura il contatto con la pelle, con le mucose, con gli occhi ed assolutamente non andrà ingerito tale prodotto. L'impasto, quando diventa secco e polverulento, diventa ancor più pericoloso poiché potrebbe essere facilmente inalato ed entrare negli occhi.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di enzimi

La pulitura con l'utilizzo di enzimi rappresenta la migliore alternativa all'utilizzo di acidi e basi per l'asportazione idrolitica di sostanze filmogene invecchiate quali ridipinture o patinature proteiche, grasse o polisaccaridiche su superfici policrome. Il loro utilizzo rappresenta una scelta di sicurezza sia per l'operatore (poiché adopererà sostanze prive di esalazioni tossiche o irritanti) sia per l'opera (gli acidi e le basi si rilevano sovente non sufficientemente selettivi nei confronti dello specifico substrato da asportare). Una delle caratteristiche principali degli enzimi risiede appunto nell'elevata specificità per il substrato (fondamentale nel restauro di superfici policrome) ovvero un enzima che agisce, in una data reazione, su un determinato fondo, non sarà in grado di catalizzare nessuna altra reazione chimica, vale a dire non potrà modificare una sostanza diversa dal substrato, di conseguenza, l'operazione di pulitura non potrà intaccare le parti del dipinto non interessate dalla pulitura. La seconda caratteristica esclusiva degli enzimi, è l'alta attività catalitica, ossia limitata

molecole enzimatiche sono in grado di operare su quantità di substrato molto maggiori di quelle trasformabili da qualunque altra sostanza, senza perdere l'efficacia.

La procedura operativa prevedrà la messa in opera a tampone o a pennello e previo riscaldamento in bagno d'acqua a 30-40 °C di un principio enzimatico (lipasi, proteasi o amilasi scelto in base alla sostanza da rimuovere) supportato da un gel acquoso a pH noto e costante (ad es. idrossi metil-propil cellulosa). Trascorsi alcuni minuti si procederà alla rimozione a secco, la superficie dovrà essere lavata con una prima soluzione acquosa di tensioattivo (ad es. bile bovina allo 0,2%, e un tensioattivo non ionico all'1-2% o saliva artificiale allo 0,25%), a questo primo lavaggio ne dovrà seguire un secondo con tampone acquoso e, passate 4-5 ore dal trattamento un terzo lavaggio finale con idrocarburi leggeri (ad es. essenza di petrolio dearomatizzato o white spirit).

Specifiche sui materiali

Gli enzimi principalmente utilizzati sono:

- proteasi capace di scindere le molecole proteiche idrolizzando i legami peptidici si rivela efficace per la rimozione di macchie dovute a colle e gelatine animali, albumine, casine e uovo. Si può trovare nelle versioni stabilizzata, con pH acido (pH circa 5) o con pH alcalino (pH circa 8,4) per la rimozione controllata di sostanze proteiche anche su supporti delicati come gli affreschi;
- lipasi (pH circa 8,4) in grado di sciogliere i grassi catalizzando l'idrolisi dei trigliceridi, si rivela efficace per la rimozione di sostanze grasse, pellicole a base di oli essiccativi, vernici oleoresinose, cere e resine sintetiche come esteri acrilici e vinilici;
- amilasi (pH circa 7,2) idrolizza i legami glucosidici di polisaccaridi quali amido, cellulosa, gomme vegetali;
- saliva artificiale, prodotto a base di mucina per la pulitura pittorica superficiale, è particolarmente efficace se impiegata come lavaggio intermedio dopo la pulitura con enzimi o con saponi resinosi.
-

Pulitura mediante impacco biologico

Sono impasti da utilizzare su manufatti lapidei delicati o particolarmente decoesi, posti all'esterno, su quali non sarà possibile eseguire puliture a base di acqua nebulizzata senza arrecare ulteriori danni. Di norma vengono utilizzati per estrarre i sali solubili penetrati, per cause diverse, all'interno del materiale lapideo. I suddetti impacchi dovranno essere a base di argille assorbenti (sepiolite), contenenti prodotti a base ureica così composti:

- 1000 cc di acqua deionizzata;
- 50 g di urea $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$;
- 20 cc di glicerina $(\text{CH}_2\text{OH})_2\text{CHOH}$.

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2 cm da coprire con fogli di polietilene, a fine trattamento, se non diversamente specificato dalla DL, e si applicherà un fungicida per prevenire eventuali aggressioni microbiologiche. I tempi di applicazione saranno stabiliti dall'operatore sotto il controllo della DL in base a precedenti prove e campionature.

Avvertenze

Nel caso di materiali coperti da efflorescenze, prima dell'applicazione degli impacchi queste andranno asportate meccanicamente con spazzole morbide.

Pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi (sistema Jos e Rotec)

La pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi potrà essere impiegata al fine di rimuovere dalle superfici lapidee particolato atmosferico, incrostazioni calcaree, croste nere, graffiti, alghe, muschi e licheni. Un metodo di pulitura aeroabrasiva è il sistema Jos che, sfruttando una spirale di tipo elicoidale a bassissima pressione (0,1-1 bar) consentirà di operare interventi di pulitura, sia a secco (utilizzando aria e inerti di varia granulometria) che ad umido (impiegando aria, inerti e bassi quantitativi di acqua che variano da 5-60 l/h in base al tipo di ugello utilizzato e allo sporco da rimuovere). Questo sistema potrà essere utilizzato per la pulitura di ogni tipo di pietra naturale, granito, arenarie, marmo e travertino. La scelta degli inerti verrà fatta in base al tipo ed alla consistenza della sostanza patogena da asportare, in ogni caso si tratterà sempre di sostanze neutre non tossiche con granulometria di pochi micron (da 5 a 300 μ m) e con durezza che potrà variare da 1-4 Mohs utilizzate, talvolta, con spigoli arrotondati, così che si possano ovviare a fenomeni di microfratture, forti abrasioni o modificazioni delle alterazioni del materiale lapideo. Tra gli inerti più adatti al caso troveremo: il carbonato di calcio, bianco di Spagna, gusci di noce, noccioli, polvere di vetro, granturco macinato, pula di riso. Si procederà con la proiezione a vortice elicoidale degli inerti che colpiranno la superficie seguendo più angoli d'incidenza secondo direzioni subtangenziali. La distanza che dovrà intercorrere tra l'elemento di immissione (ugello) e il materiale varierà normalmente tra i 35 cm e i 45 cm. Il sistema Jos eviterà l'insorgenza di un'azione abrasiva sul materiale, poiché la pressione dell'aria compressa diminuirà approssimativamente in proporzione al quadrato della distanza dall'ugello, mentre la rotazione rimarrà inalterata.

Per superfici molto porose, o molto deteriorate, sarà indicato il sistema Jos a secco applicato ad una distanza dal supporto di circa 40-45 cm con una pressione di impatto non superiore all'1,5 bar; se dovranno essere pulite superfici di marmo, granito e travertino si utilizzerà carbonato di calcio come inerte (in grani da 300 μ m di diametro emessi da una distanza di circa 30-40 cm con pressione dell'impianto pari a 2 bar in modo che l'impatto sulla pietra sia pari a 0,4-0,5 bar).

Il sistema Jos a umido sarà impiegato per la pulitura di superfici non eccessivamente porose, così da evitare l'insorgenza di fenomeni di degrado legati all'infiltrazione in profondità dell'acqua. Si utilizzerà acqua lievemente dura per la pulitura di calcarei teneri, acqua dolce sarà utilizzata per la pulitura di pietre silicee mentre, per rocce silicatiche e graniti, s'impiegherà acqua deionizzata. In ogni caso il consumo di acqua sarà in relazione al tipo e alle dimensioni dell'ugello utilizzato (per ogni 2 m² di superficie pulita: ugello piccolo 1 l, ugello standard 6 l); occorrerà sempre procedere con estrema cautela e previa analisi delle caratteristiche intrinseche della pietra da trattare in modo da evitare interventi troppo aggressivi che potrebbero implicare sia l'erosione del materiale sia un'eccessiva, quanto dannosa, impregnazione di acqua.

In alternativa al sistema Jos si potrà ricorrere al sistema Rotec caratterizzato da un mini vortice rotante. Particolarmente adatto per puliture di manufatti delicati (sculture, rilievi, ceramiche ecc.) potrà essere utilizzato a secco, a nebulizzazione (l'ugello erogherà 0,5 l/h di acqua) o a umido (l'ugello erogherà da 1 a 3 l/h di acqua). L'inerte e l'ugello sono, anche in questo caso come per il sistema Jos, regolabili (la pressione d'impatto sul materiale non supera lo 0,2-0,4 bar).

Pulitura mediante sabbiatura controllata

La sabbiatura controllata prevedrà, mediante l'impiego di macchine sabbiatrici, la rimozione di depositi spessi coerenti ed aderenti alla superficie ricorrendo a polveri abrasive sospese in un getto d'aria compressa diretto sulla superficie per mezzo di una lancia metallica. Sarà opportuno evitare

l'utilizzo di macchinari che non consentiranno una bassa pressione d'esercizio, in special modo su superfici particolarmente degradate. I materiali lapidei sui quali si potrà applicare questo sistema di pulitura dovranno, infatti, presentare uno stato conservativo relativamente buono, dovranno essere sufficientemente compatti, così da poter resistere all'azione abrasiva. La sabbiatura controllata potrà essere applicata su materiali di natura carbonatica e silicatica e, con le dovute precauzioni, in tutte quelle circostanze per le quali non sarà consentito ricorrere a tecniche che comportino l'impiego di acqua (ad esempio in presenza di murature particolarmente umide); per quanto concerne le pietre calcaree tenere sarà opportuno procedere con estrema cautela poiché l'intervento potrebbe alterare la natura del materiale, mentre si sconsiglierebbe la sabbiatura su pietre molto porose visto che l'inerte impiegato potrebbe ristagnare all'interno del materiale.

Al fine di garantire la riuscita dell'intervento, sarà opportuno effettuare analisi e prove su materiale campione in modo da calibrare bene i termini dell'operazione così da poter ovviare irreversibili inconvenienti come l'insorgenza di scalfitture, abrasioni sulla superficie o distacchi localizzati di materiale. Le prove sul campione di materiale dovranno consentire di bilanciare tutti i fattori che incideranno sull'operazione come: la tipologia e la quantità del materiale abrasivo da impiegare, la pressione del getto, il tipo di ugello, la distanza che dovrà intercorrere tra ugello e superficie, il rapporto aria-abrasivo ed i tempi di applicazione. La sabbiatura dovrà evitare il coinvolgimento delle parti di materiale sane presenti sotto le incrostazioni. L'inerte scelto dovrà essere una polvere chimicamente neutra (polveri vegetali o abrasivi minerali) di dimensioni ridotte e preferibilmente di forma arrotondata, come ad esempio: frammenti minutissimi di noccioli di frutta (albicocca), sabbie di fiume setacciate, ossidi di alluminio, polveri finissime di silicati naturali ecc.. La granulometria potrà variare tra i valori minimi di 10-25 μ m e i valori massimi di 40-60 μ m in relazione alla consistenza del materiale e al tipo di sporco da asportare. Al fine di riuscire a non danneggiare la superficie durante le operazioni di sabbiatura sarà opportuno variare la granulometria e tipologia dell'inerte (dimensione, forma e peso specifico) per fasi successive, soprattutto dopo l'asportazione dei depositi più consistenti prima di procedere alla finitura della superficie. La pressione del getto non dovrà mai superare i 5 bar considerato che con tale forza di impatto sarà possibile asportare depositi di spessore variabile tra 1-2 mm. L'operazione di sabbiatura dovrà comunque arrestarsi se durante l'intervento si riscontreranno: parti localizzate di materiali dove i depositi risulteranno particolarmente coesi tra loro, residui di trattamenti antichi e pellicole di ossalato. In ognuno di questi casi la pulitura si limiterà ad alleggerire i depositi e non ad asportarli, visto che una prolungata insistenza potrebbe provocare il distacco del materiale. L'erogazione del getto dovrà avvenire in modo tale che l'operatore sia in grado, per tutta la durata dell'intervento, di orientare la lancia manualmente circoscrivendo così l'operazione alle sole aree interessate; l'operatore dovrà, inoltre, accertarsi che l'erogazione del flusso sia sempre costante e che l'ugello non si sia usurato. Se la sabbiatura sarà eseguita in presenza di elevati tenori di umidità ambientale occorrerà tenere sotto stretto controllo l'apparecchiatura visto che i granuli di abrasivo potrebbero compattarsi ostruendo l'ugello; per ovviare a tale inconveniente potrebbe risultare utile dotare l'apparecchiatura di un apposito deumidificatore. La sabbiatura controllata non è adatta per la pulitura di parti delicate e minute come modanature, apparati decorativi o cornici per le quali può essere più appropriato procedere con una microsabbatura puntuale. Sarà opportuno, pertanto, schermare mediante idonee protezioni (ad esempio fogli di polietilene) le parti che non dovranno "subire" tale trattamento e prevedere prima di iniziare l'intervento di sabbiatura, la raccolta del materiale abrasivo di risulta.

Avvertenze

Questo tipo di pulitura comporta variazioni morfologiche superficiali in funzione della destrezza dell'operatore, della scelta della polvere abrasiva in rapporto alla pressione di uscita e delle condizioni conservative del manufatto. La superficie pulita con sabbiatura si presenterà maggiormente assorbente e "sbiancata".

Pulitura a secco con spugne wishab

Questo tipo di pulitura potrà essere eseguita su superfici perfettamente asciutte e non friabili, sarà utilizzata per asportare depositi superficiali relativamente coerenti ed aderenti alla superficie d'apparecchi in pietra, soffitti lignei, affreschi, pitture murali, carte da parati ecc. mediante l'utilizzo di particolari spugne costituite da due parti: una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa (secondo del tipo prescelto), di colore giallo, supportata da una base rigida di colore blu. L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi mentre non sarà particolarmente adatto per rimuovere un tipo di sporco persistente (ad es. croste nere) e sostanze penetrate troppo in profondità. La massa spugnosa è esente da ogni tipo di sostanza dannosa, presenta un pH neutro e contiene saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente. L'intervento di pulitura risulterà estremamente semplice: esercitando una leggera pressione (tale da produrre granuli di impurità) si strofinerà con la spugna la superficie da trattare (con passate omogenee a pressione costante) seguendo sempre la stessa direzione, dall'alto verso il basso, partendo dalle aree più chiare passando, successivamente, a quelle più scure; in questo modo lo sporco e la polvere si legheranno alle particelle di spugna che si sbriciolerà con il procedere dell'operazione senza lasciare rigature, aloni o sbavature di sporco (grazie alla continua formazione di granuli si avrà anche l'auto pulitura della spugna). In presenza di sporco superficiale particolarmente ostinato l'intervento potrà essere ripetuto; a pulitura ultimata si procederà con la spazzolatura, mediante scopinetti in saggina o pennelli e spazzole di nylon a setola morbida, in modo da eliminare i residui del materiale spugnoso.

Avvertenze

In caso di pulitura di superfici dipinte, al fine di evitare l'asportazione del pigmento polveroso e disgregato oppure di quelli più deboli (azzurri, verdi, tinte scure) sarà consigliabile operare, prima della procedura di pulitura, un sistematico intervento di preconsolidamento.

Pulitura Laser

L'apparecchiatura selettiva Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) ad alta precisione è utile per asportare depositi carbogessosi da marmi e da materiali di colore chiaro, oltre che depositi e patine superficiali da legno, bronzo, terracotte ed intonaci. Nel meccanismo di rimozione, da parte del laser, delle sostanze estranee dalle superfici intervengono più meccanismi in funzione d'altrettante condizioni operative scelte. In buona sostanza si tratta di automatismi che prevedono un assorbimento selettivo dell'energia dell'impulso laser da parte dei degradi superficiali di colore scuro, con una successiva evaporazione di materia e con la rottura dei legami chimici: questo si tradurrà in una distruzione delle molecole che formano i depositi ed in una conseguente loro rimozione. Il piano interessato viene colpito dal raggio per spessori di pochi micron; il substrato sottostante non viene intaccato in quanto, normalmente, esprime un coefficiente di assorbimento più basso (la superficie chiara, riportata alla luce riflette il raggio laser

interrompendo il funzionamento dell'apparecchio e in tal modo non si surriscalda). Il laser offre l'opportunità di rispettare integralmente la patina di materiali grazie alla sua assoluta selettività; può, infatti, asportare anche solo pochi micron. Altri fattori a favore di questa tecnica sono l'assoluta mancanza di additivi chimici, che potrebbero, in qualche modo, aggredire la pietra e la possibilità di intervenire (senza effettuare preconsolidamento) anche su elementi particolarmente decoesi o preventivamente trattati con resine sintetiche o altre sostanze consolidanti e protettive.

I parametri che dovranno, necessariamente, essere calibrati (dall'operatore in accordo con la DL) prima dell'inizio della procedura di pulitura sono:

- lunghezza d'onda;
- regolazione dell'emissione di energia in rapporto alla lunghezza d'onda scelta;
- modulazione della frequenza di emissione dell'impulso graduabile in termini di colpi al secondo;
- focalizzazione del raggio sulla superficie del manufatto da pulire.

Una volta calibrati i parametri dell'apparecchiatura laser, la maggiore o minore focalizzazione sul supporto, permetterà l'aumento o la diminuzione della densità di energia sulla superficie e di conseguenza sarà regolato l'effetto ablativo. Il sistema di regolazione permetterà, pertanto il controllo della pulitura laser e la calibrazione della forza del metodo in funzione dei depositi da eliminare e dello stato di conservazione della superficie che dovrà essere pulita. La scelta di una durata molto breve dell'impulso (inferiore a 8 ns) eviterà le "bruciature" superficiali e limiterà notevolmente l'ingiallimento della superficie, questo ultimo fenomeno potrà essere in ogni caso risolto mediante blando lavaggio con spugna o tampone imbevuto di acqua distillata.

In funzione dei risultati preliminari forniti dai test-campione di pulitura, l'operatore, in accordo con la DL, sceglierà il livello di densità di energia ottimale con il quale si condurrà in quella specifica area l'operazione di pulitura. In questo modo sarà possibile operare progressivamente e controllare precisamente la rimozione dei depositi fino alla superficie del manufatto.

In fase operativa, dovranno essere attentamente verificati i tempi di esposizione, la lunghezza d'onda e l'energia di impulso del laser utilizzato; risulta pertanto importante effettuare un'appropriata selezione delle condizioni di lavoro in riferimento al substrato, al tipo di materiale lapideo ed al tipo di deposito coinvolti nei singoli casi di pulitura. Dovranno, quindi, essere eseguite analisi conoscitive preliminari, oltre che del supporto, anche del deposito, oltre ad una serie di saggi di pulitura identificando eventuali porzioni pigmentate.

Nell'usare questa tecnica è consigliabile bagnare preventivamente la superficie oggetto di intervento sia per esaltare le parti scure e di conseguenza amplificare l'assorbimento della radiazione facilitando l'asportazione dello sporco, sia per attenuare la grande quantità di residui carboniosi e fumi (dannosi per l'operatore) che si producono in una operazione di questo tipo.

Avvertenze

L'apparecchiatura dovrà essere esclusivamente utilizzata da personale altamente specializzato in grado di valutare attentamente i risultati ottenuti, eventualmente variando di volta in volta i parametri esecutivi ed applicativi (lunghezza d'onda, durata, ripetizione degli impulsi, energia del flusso, sezione trasversale, convergenza del fascio).

Dispositivi di sicurezza

I sistemi minimi di sicurezza per operare con strumenti laser saranno:

- la zona di lavoro trattata con il laser dovrà essere segnalata da apposito segno grafico;
- l'operatore e le persone eventualmente presenti all'interno dell'area di lavoro con il laser dovranno indossare occhiali speciali di protezione muniti di lenti ad alta densità ottica, capaci di schermare la radiazione infrarossa di 1064 μm di lunghezza d'onda;
- al di fuori dei periodi di utilizzo lo strumento laser dovrà essere tenuto spento e l'accesso alle apparecchiature dovrà essere controllato.

Rimozione macroflora

Appartengono alla macroflora tutti quegli organismi microscopicamente visibili (muschi, licheni, vegetazione superiore ovvero vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea ecc.) il cui sviluppo, sulle superfici lapidee, è favorito dalla presenza di dissesti dell'apparecchio come lesioni, cavità, interstizi ecc., all'interno dei quali si può accumulare dell'humus (formato da depositi composti da particellato atmosferico e da organismi morti), sul quale i depositi di spore trasportate dal vento agevolano la riproduzione di muschi e licheni; i licheni creano fenomeni di copertura, fratturazione, decoesione e corrosione; i muschi coprono la superficie e, penetrati in profondità, svolgono un'azione meccanica di disaggregazione. La comparsa di muschi e licheni implica la presenza di un elevato tasso d'umidità e ne incrementa ulteriormente la persistenza agevolando l'accumulo e il ristagno delle acque. Per quanto concerne la vegetazione superiore l'azione distruttiva operata dalle radici radicatesi all'interno delle discontinuità può comportare dei danni meccanici che portano, in molti casi, alla caduta del materiale.

Generalità

Prima di procedere con le operazioni diserbanti, in special modo quelle indirizzate alle piante infestanti, è opportuno:

- identificare il tipo di vegetazione (erbacea o arbustiva) e la specie di pianta, così da poter capire quanto profonde e resistenti potranno essere le loro radici;
- prevedere i danni che le operazioni meccaniche di asportazione delle radici e dei semi penetrati in profondità potrebbero recare alla struttura muraria;
- definire la reale possibilità d'intervento sulle diverse specie presenti e soprattutto accertare se esistono le circostanze per cui poter operare su tutta la superficie invasa.

Nel caso si decida di ricorrere all'utilizzo di biocidi, la scelta dovrà essere fatta in riferimento al compito specifico che dovranno assolvere; in base a questo si distingueranno in:

- prodotti indicati per estirpare piante a foglia larga e prodotti per piante a foglia stretta;
- prodotti da assorbimento fogliare e prodotti da assorbimento radicale;
- prodotti circoscritti contro la vegetazione erbacea e prodotti arbusticidi;
- prodotti come erbicidi "di contatto" (agiscono sugli apparati vegetativi delle specie già sviluppate) ed erbicidi "residuali" (penetrano anche nel terreno garantendo un'azione prolungata nel tempo).

I biocidi impegnati dovranno, inoltre, indipendentemente dal tipo selezionato, presentare le seguenti caratteristiche:

- essere incolori o trasparenti con principi attivi poco solubili in acqua;
- presentare un basso grado di tossicità;

- essere degradabili nel tempo;
- non provocare azione fisica o chimica nei riguardi delle strutture murarie;
- non persistere dopo l'applicazione sulla superficie trattata lasciando residui di inerti stabili (per questo si dovranno evitare sostanze oleose o colorate).

Indipendentemente dal tipo di prodotto chimico selezionato l'applicazione potrà avvenire per:

- irrorazione sulla vegetazione, previa diluizione (normalmente 0,1-1%) del biocida in acqua. Si può applicare sia su piante erbacee sia su arboree; l'irrorazione avverrà utilizzando annaffiatori dotati di pompe manuali (da evitare pompe a pressione) o più specifici nebulizzatori;
- iniezioni di soluzioni acquose di biocidi (diluizione 1:10) direttamente nei canali conduttori della pianta; tecnica che si attua previo taglio della pianta all'altezza del colletto radicale, particolarmente adatta per piante lignificate di una certa consistenza. L'iniezione eviterà la dispersione della soluzione al di fuori dell'area del trattamento evitando in questo modo possibili fenomeni d'interferenza con il materiale lapideo;
- impacchi applicati al colletto della radice appena tagliato, particolarmente indicati contro le piante lignificate e realizzati con argille impregnate di biocida.

L'uso dei biocidi dovrà essere fatto con la massima attenzione e cautela da parte dell'operatore che, durante l'applicazione, dovrà ricorrere ai dispositivi di protezione personale, come guanti ed occhiali, ed osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relative all'utilizzo di prodotti chimici velenosi.

Specifiche sui materiali

Erbicidi

Il controllo dello sviluppo della vegetazione infestante superiore potrà essere assicurato solo utilizzando prodotti che intervengano sulla fotosintesi; tali composti potranno, talvolta, essere indicati anche per la soppressione di certi tipi di alghe. Per la rimozione di vegetazione inferiore e superiore su apparecchi murari, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, dovranno essere preferiti erbicidi non selettivi (ovvero che impediscano qualsiasi sviluppo vegetale) a base nitro-organica.

Solfato di ammonio è impiegato per il trattamento puntuale delle radici degli alberi così da trattenerne lo sviluppo.

Fluometuron da impiegare contro muschi e licheni in soluzioni acquose al 2%.

Simazina prodotto antigermitivo di preemergenza da utilizzare per impedire la crescita di vegetazione superiore, licheni e muschi, presenta una azione preventiva che copre circa 1-2 anni. Da utilizzare preferibilmente in area archeologica.

Picloram erbicida non selettivo da impiegare per il controllo della vegetazione, dovrà, pertanto, essere impiegato con estrema cautela e solo dietro specifiche indicazioni della DL e degli organi di tutela del bene oggetto di trattamento.

Gliofosato diserbante sistematico da utilizzare per sopprimere licheni e piante superiori in soluzioni acquose al 2%. È l'unica molecola in grado di devitalizzare alla radice infestanti come gramigna e

rovo. Dovrà essere applicato nel momento di massimo rigoglio vegetativo. Non presenterà, una volta terminato il trattamento, composti residui.

Diserbo da piante superiori

Lo scopo della pulitura sarà di asportare, dai materiali lapidei, vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea. L'asportazione dovrà essere preferibilmente eseguita nel periodo invernale e potrà essere fatta sia meccanicamente, mediante il taglio a raso con l'ausilio di mezzi a bassa emissione di vibrazioni (seghe elettriche, seghe manuali, forbici, asce, accette ecc.), sia ricorrendo all'uso di disinfestanti liquidi selezionati seguendo le indicazioni riportate nell'articolo sulle generalità. Le due operazioni potranno coesistere nei casi in cui l'asportazione meccanica non risulterà risolutiva. Si potrà ricorrere all'uso dei biocidi quando l'asportazione diretta delle piante (vive e con radice profonde) risulterà eccessivamente lesiva per il substrato e in situazioni d'abbandono prolungato dove le piante crescono, solitamente, rigogliose.

L'uso dei biocidi non dovrà essere fatto nei periodi di pioggia, di forte vento o eccessivo surriscaldamento delle superfici allo scopo di evitare la dispersione o l'asportazione stessa del prodotto. Tra i biocidi indicati per estirpare organismi macrovegetali ci sono anche i composti neutri della triazina, a bassa solubilità in acqua, e i derivati dell'urea che, presentando una scarsissima mobilità nel terreno, consentono di ridurre i pericoli d'inquinamento delle aree limitrofe circoscrivendo l'intervento alle sole zone interessate: la clorotriazina (per assorbimento radicale) risulterà efficace per applicazioni al suolo, su piante a foglia larga e a foglia stretta, la metossitriazina potrà essere utilizzata anche sulle murature.

La verifica dell'efficacia dei biocidi, indispensabile per procedere all'estirpazione della radice, avverrà dopo 30-60 giorni dalla loro applicazione. L'applicazione del prodotto sulla vegetazione potrà essere realizzata seguendo le metodologie (irrorazione, iniezione ed impacco) che la DL riterrà più consona al caso specifico. L'operazione terminerà con un accurato lavaggio delle superfici con acqua pulita a pressione moderata, così da garantire l'eliminazione di ogni traccia residua di biocida.

Disinfestazione da muschi e licheni

Muschi e licheni crescono su substrati argillosi depositatisi sulle pietre e su queste si manifestano tramite delle escrescenze più o meno aderenti e spesse; la loro asportazione potrà essere, sia meccanica (che difficilmente risulterà completamente risolutiva) mediante l'ausilio di spazzole rigide, bisturi, spatole ecc. facendo attenzione a non intaccare la superficie, sia con biocidi. Se i licheni risulteranno molto spessi e tenaci la rimozione meccanica sarà preceduta dall'applicazione sulla superficie di una soluzione di ammoniaca diluita in acqua al 5% al fine di ammorbidire la patologia e facilitarne l'asportazione. L'uso dei biocidi potrà essere in alternativa o in correlazione alla rimozione meccanica, utilizzandoli sia nello specifico della patologia da rimuovere sia a vasto raggio d'azione; l'applicazione potrà essere fatta a spruzzo, a pennello o ad impacco in relazione alle caratteristiche del prodotto prescelto. Un'efficace risoluzione per l'asportazione di muschi e licheni prevederà l'utilizzo di biocidi ad azione immediata quali: acqua ossigenata 120 volumi (l'operazione dovrà essere ripetuta a distanza di 24 ore fino alla totale "bruciatura" degli organismi vegetali), formaldeide in soluzione acquosa 0,1-1% ed ossido di etilene (ETO) al 10% in miscela gassosa di aria ed anidride carbonica; trascorso un tempo variabile tra i 5-15 giorni dall'ultimo trattamento biocida si procederà all'asportazione delle patine biologiche e depositi humiferi (i quali si manifesteranno fragili, ingialliti, secchi e/o polverulenti) mediante spazzolatura con spazzole di saggina. Inoltre,

nello specifico, possiamo ricorrere a biocidi come i lichenicidi, che comprendono i sali di ammonio quaternario e gli enzimi proteolitici; questi biocidi sono solubili in acqua e si applicano in soluzioni acquose debolmente concentrate (1-3%). Dopo l'applicazione del biocida, si dovrà eseguire un ripetuto lavaggio della superficie con acqua pulita e, con l'eventuale utilizzo d'idropulitrice (regolando la pressione in relazione alla consistenza del supporto) così da garantire la rimozione completa del prodotto. L'uso del biocida dovrà implicare tutte le precauzioni illustrate sia nell'articolo sulle generalità sia in quello inerente il diserbo da piante superiori.

Rimozione microflora

La microflora è costituita da batteri, funghi, alghe e cianobatteri; il loro sviluppo è favorito da condizioni al contorno caratterizzate da elevata umidità relativa e/o dalla presenza di acqua ristagnante all'interno del materiale lapideo condizioni aggravate, in molti casi, anche da una limitata circolazione d'aria. Questi microrganismi possono indurre sulla superficie un degrado di natura meccanica e/o chimica; i funghi possono, infatti, rivelarsi nocivi penetrando, con le appendici filiformi, all'interno delle fessure presenti nel manufatto, sollecitando meccanicamente la struttura, incrementando la decoesione del materiale; le alghe, invece, provocano sulla superficie un'azione meccanica corrosiva agevolando l'impianto d'ulteriori micro e macrorganismi. La loro presenza sulle superfici lapidee si manifesta tramite macchie, efflorescenze di sali solubili e patine di ossalati, patologie che, inevitabilmente, ne alterano l'aspetto estetico. È opportuno ricordare che, l'asportazione della microflora non potrà essere considerata definitiva se, preventivamente, non sono state eliminate le cause al contorno che ne favoriscono la crescita.

Generalità

Le sostanze biocide utilizzate per la rimozione della microflora dovranno rispondere a delle specifiche esigenze tra le quali:

- non dovranno risultare tossiche per l'uomo e per gli animali;
- dovranno essere biodegradabili nel tempo;
- non dovranno provocare azione fisica o chimica nei riguardi delle strutture murarie;
- dopo l'applicazione non dovranno persistere sulla superficie trattata con residui di inerti stabili e per questo si dovranno evitare sostanze oleose o colorate.

L'uso dei biocidi dovrà essere fatto con la massima attenzione e cautela da parte dell'operatore che, durante l'applicazione, dovrà ricorrere ai dispositivi di protezione personale, come guanti ed occhiali, ed osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relative all'utilizzo di prodotti chimici velenosi.

Specifiche sui materiali

Alghicidi, battericidi, fungicidi

Perossido di idrogeno (acqua ossigenata), utilizzato a 120 volumi risulta adatto per sopprimere alghe e licheni su apparecchi murari. Presenta forti capacità ossidanti; può essere causa di sbiancamenti del substrato, ed agisce esclusivamente per contatto diretto. La sua azione non dura nel tempo.

Ipoclorito di sodio (varechina), utilizzato in soluzione acquosa al 2%-7% per asportare alghe e licheni. La varechina può essere causa di sbiancamenti del materiale lapideo; inoltre, se non è interamente estratta dal materiale lapideo ne può determinare l'ingiallimento.

Formalina, soluzione acquosa di aldeide formica, disinfettante utilizzato in soluzione acquosa al 5% per irrorare superfici attaccate da alghe verdi, licheni e batteri.

Orto-fenil-fenolo (OPP) ed i suoi sali sodici (OPPNa) sono attivi su un largo spettro di alghe, funghi e batteri; la loro tossicità può ritenersi tollerabile. L'orto-fenil-fenolo risulta preferibile poiché presenta una minore interazione con il supporto.

Di-clorofene, prodotto ad amplissimo spettro, con tossicità molto bassa, non presenta interazioni con il supporto anche se organico.

Penta-clorofenolo (PCP) ed i suoi sali sodici (PCPNa) utilizzati in soluzioni acquose all'1% presentano un largo spettro. La loro tossicità è al limite della tolleranza; la loro interazione con il supporto può determinare l'annerimento del legno ed il mutamento cromatico dei pigmenti basici.

Benzetonio cloruro, derivato dell'ammonio quaternario, da utilizzare in soluzione dall'0,5-4% (ossia 5-40 ml per litro) in acqua demineralizzata per la disinfestazione di alghe, muschi e licheni, anche se per questi ultimi la sua efficacia risulta, talvolta, discutibile. La miscelabilità in acqua del prodotto permette un elevato potere di penetrazione e di assimilazione dei principi attivi da parte dei microrganismi eliminandoli e neutralizzando le spore. Il benzetonio cloruro è di fatto un disinfettante germicida con spettro d'azione che coinvolge batteri, lieviti, microflora ed alghe. Può essere aggiunto a tensioattivi non ionici per avere anche un effetto detergente. La sua azione risulta energica ma non protratta nel tempo, in quanto non è in grado di sopprimere le spore; l'eventuale presenza di nitrati ne ridurrà considerevolmente l'efficienza. Potrà essere utilizzato sia su pietra che su superfici lignee, i materiali trattati devono essere lasciati asciugare naturalmente.

Rimozione della patina biologica

La rimozione della patina biologica potrà essere fatta tramite pulitura manuale (bisturi, spazzole ecc.), meccanica (microsabbatura) o mediante l'uso di biocidi. L'efficacia dei sistemi d'asportazione manuale potrà risultare limitata poiché non risulteranno sempre in grado di rimuovere completamente la patologia così come la sabbatura potrà risultare lesiva per il substrato del materiale. Le sostanze biocide utilizzate dovranno essere applicate seguendo le indicazioni dettate nello specifico dal prodotto utilizzato e si dovranno relazionare alla natura del materiale lapideo allo scopo di evitare il danneggiamento del substrato e l'alterazione dello stato conservativo, in molti casi, precario. Le sostanze biocide, in relazione al tipo d'organismi che saranno in grado di rimuovere, si distingueranno in battericidi e fungicidi; la loro applicazione potrà essere fatta a pennello, a spruzzo o tramite impacchi. In presenza di materiali molto porosi sarà preferibile applicare il biocida mediante impacchi o a pennello che favoriscono la maggior penetrazione del prodotto e ne prolungano l'azione (per il timolo e la formaledeide si può ricorrere anche alla vaporizzazione, poiché si tratta di sostanze attive sotto forma di vapore); o a trattamento a spruzzo (applicato con le dovute precauzioni e protezioni da parte dell'operatore) che sarà particolarmente indicato in presenza di materiali fragili e decoesi. Gli interventi saranno ripetuti per un numero di volte sufficiente a debellare la crescita della patologia. Dopo l'applicazione della sostanza biocida si procederà all'asportazione manuale della patina; l'operazione verrà ultimata da una serie di lavaggi ripetuti con acqua deionizzata, in modo da eliminare ogni possibile residuo di sostanza sul materiale. In presenza di patine spesse ed aderenti, prima dell'applicazione del biocida, si eseguirà una parziale rimozione meccanica (mediante l'uso di pennelli dotati di setole rigide) della biomassa.

Operazione di pulitura materiali lignei

Generalità

Prima di eseguire le operazioni di pulitura sulle superfici lignee, è opportuno attenersi a delle specifiche procedure al fine di salvaguardare l'integrità del materiale. Le operazioni preliminari comprendono le seguenti fasi esecutive:

- identificazione dell'essenza lignea;
- identificazione dei depositi incoerenti da dover rimuovere e campagna di saggi al fine di verificare eventuali tracce di cromie originali;
- eventuale preconsolidamento, se si riscontra la necessità, del materiale prima di iniziare la pulitura;
- applicazione del sistema di pulitura prescelto su campionature di materiale;
- analisi dei risultati ottenuti sulla superficie campione prima di estendere le operazioni di pulitura a tutta la superficie.

Tutte le operazioni di pulitura dovranno essere sempre eseguite rispettando l'andamento delle venature e non in senso ortogonale o trasversale ad esse.

Pulitura meccanica manuale

La procedura sarà impiegata qualora sia necessario un lavoro accurato e basato sulla sensibilità operativa di maestranze specializzate, oppure per quelle superfici (ad es. tinte a calce o tempere) difficilmente trattabili con tecniche tradizionali (sverniciatura tramite decapante neutro). Prima di iniziare l'operazione di pulitura sarà necessario esaminare la superficie lignea con lo scopo di determinare l'eventuale presenza di olio, grasso o altri contaminanti solubili; in tal caso un ciclo di pulitura con solventi opportuni precederà ed eventualmente seguirà quella manuale. Gli strumenti occorrenti per la pulizia manuale saranno costituiti da spazzole metalliche, raschietti, spatole, scalpelli, lana di acciaio e carta abrasiva di varie grane, oppure utensili speciali (tipo sgorbie) sagomati in modo da poter penetrare negli interstizi da pulire; tutti questi strumenti verranno impiegati, alternativamente, in base alle condizioni delle varie superfici. Le spazzole metalliche potranno essere di qualsiasi forma e dimensione mentre le loro setole dovranno essere di filo d'acciaio armonico. Le scaglie di vernice in fase di distacco saranno eliminate attraverso un'adeguata combinazione delle operazioni di raschiatura e spazzolatura.

A lavoro completato, la superficie dovrà essere spazzolata, spolverata e soffiata con getto d'aria compressa al fine di rimuovere tutti i residui e le parti di materiale distaccato, quindi trattata con leggera carteggiatura con carta abrasiva a secco (grana/cm² 200-250).

Levigatura e lamatura manuale

La levigatura consisterà nell'asportazione manuale meccanica di un sottile strato di materiale (0,2-1 mm) qualora questo si presentasse seriamente compromesso, mentre con l'operazione di lamatura si opererà una levigatura totale dello strato di vernice o pellicola presente riportando "al vivo" la superficie lignea. Di norma pavimenti o altri rivestimenti lignei potranno sopportare al massimo, nell'arco della loro esistenza, 8-10 lamature integrali ogni 20-25 anni (per i prefiniti i passaggi integrali scendono a tre). Previa esecuzione di tasselli di prova su modeste porzioni dell'elemento oggetto di intervento, la procedura prevedrà un'operazione di sgrossatura eseguita con l'ausilio di carta abrasiva di grana semi-grossa (40-80 grani al centimetroquadrato) atta a rimuovere i depositi incrostati e le eventuali macchie o patine presenti nonché livellerà la superficie in prossimità di movimenti degli elementi lignei. Eseguiti questi primi passaggi si passerà a quelli operati con grana

sempre più fine (80-120 grana media grossa, 150-200 grana media; oltre i 320 grana fine) così da eliminare gli eventuali segni lasciati dalla sgrassatura iniziale. La carta dovrà essere avvolta su appositi tamponi o in alternativa su pezzi di legno (per i passaggi con grana fine sarà consigliabile utilizzare legno tenero come ad es. legno di balza) o sughero di dimensioni tali da poter essere correttamente e comodamente impugnati. Questa procedura potrà essere eseguita a umido o a secco. Quella ad umido si utilizzerà, generalmente, su vernici grasse o su lacche sintetiche, presenterà il vantaggio di non produrre polveri ma al termine della procedura sarà necessario attendere l'asciugatura della superficie, inoltre la carta tenderà ad impastarsi con la vernice: questo "fenomeno" potrà essere ovviato immergendo ripetutamente la carta in acqua pulita o passandovi del sapone di Marsiglia neutro. La levigatura a secco risulterà un'operazione altrettanto veloce ma presenterà l'inconveniente della polvere, che dovrà, successivamente, essere asportata con l'ausilio di spazzole o scopini di saggina o, con idonei aspirapolvere. Al termine della procedura sarà consigliabile eseguire un passaggio con straccio o spugna, leggermente umidi al fine di rimuovere ogni residuo di polvere.

Sverniciatura con decapante neutro

Lo scopo dell'intervento sarà la rimozione, dalla superficie lignea, di vecchie vernici o pellicole protettive degradate (per le quali non sarà possibile operare un'eventuale ripresa) tramite l'applicazione di un prodotto decapante generalmente costituito da miscele solventi addizionate con ritardanti dell'evaporazione presenti sia sottoforma di gel sia di liquidi. Prima di procedere con questo tipo d'operazione sarà opportuno assicurarsi del reale stato conservativo del materiale ovvero accertarsi che non siano presenti parti fragili facilmente danneggiabili o asportabili, inoltre si dovrà provvedere alla rimozione di tutte le parti metalliche, come serrature, borchie e cerniere, al fine di evitarne il danneggiamento da parte del solvente. In riferimento alle prove eseguite preventivamente su tasselli di materiale campione capaci di definire i tempi e i modi d'applicazione, si procederà con la stesura a pennello, a spazzola o con spatole del prodotto (in ragione di 100 g/m² ca.) sulla superficie in uno strato sottile e uniforme allo scopo di riuscire ad ammorbidire la pellicola di rivestimento. Passato il tempo d'attesa (che potrà variare da 1 a 20 ore in relazione ai singoli casi poiché dipenderà dallo spessore degli strati di pittura presenti, dalla temperatura ambientale e dal tipo di pellicola da rimuovere), quando la vernice sarà morbida e sollevata dal supporto si rimuoverà ricorrendo all'uso di spatole e/o raschietti avendo cura di non danneggiare il supporto asportandone parti corticali in fase di decoesione. Nei punti difficili come intagli, modanature minute o fessurazioni la pittura potrà essere rimossa aiutandosi con spazzolini o punteruoli. L'intervento potrà e sarà ripetuto se specificamente indicato dalla DL Terminate le operazioni di raschiatura, al fine di ovviare l'asciugatura dei residui di prodotto rimasti sul materiale, sarà effettuato l'immediato lavaggio manuale della parte trattata con spugne di mare e soluzioni detergenti (ad es. soluzione blanda di soda calcinata ovvero soluzione ammoniacale diluita al 2% in acqua) evitando di risciacquare la superficie con l'acqua poiché lesiva per il materiale (rigonfiamento delle fibre). Al termine della pulitura si controllerà lo stato del supporto ligneo accertando l'eventuale rimanenza di residui di sverniciatura.

In alternativa potranno essere utilizzati sverniciatori in pasta la cui procedura operativa sarà molto simile a quella adottata per quelli in gel: facendo uso di una spatola si applicherà la pasta stesa in strati più o meno sottili (1,5-3 mm) in ragione del numero di strati di vernice o dello sporco presente; nel caso in cui le condizioni atmosferiche od ambientali dovessero far asciugare troppo velocemente

l'impasto sarà conveniente mantenere umida la superficie con l'aiuto di panni bagnati o fogli di polietilene così da ritardare l'evaporazione del solvente e di conseguenza consentire la corretta reazione. Al termine dell'operazione sarà necessario asportare il prodotto con spatola o pennello a setola dura, dopodiché si potranno eliminare gli ultimi residui con spugna inumidita. L'uso di sverniciatori in pasta richiederà dei tempi di lavorazione più dilatati ma, al contempo, permetterà di asportare contemporaneamente più strati di pellicola pittorica.

Pulitura ad aria calda o a fiamma

La procedura di sverniciatura con l'utilizzo di aria calda avrà lo scopo di rimuovere dalla superficie vecchi strati di vernici o colori, residui di scialbature, croste organiche od inorganiche, pellicole protettive ecc.; la differenza di comportamento al calore tra il legno e le pellicole di vernice faranno sì che queste si stacchino (dando vita a vesciche di rigonfiamento) dal supporto sia grazie alla dilatazione termica subita dal legno e dalle sostanze che costituiscono il rivestimento, sia dalla rapida evaporazione dell'umidità eventualmente presente sotto le superfici da rimuovere. L'operazione, proprio per la sua stessa natura (abbastanza "violenta") dovrà essere eseguita con molta attenzione al fine di non provocare la combustione del legno.

L'intervento prevedrà l'asportazione del rivestimento mediante il riscaldamento con idonea pistola termica (produttore aria calda) da far scorrere sulla superficie da pulire in posizione ortogonale ad una velocità ed ad una distanza variabile in ragione dello stato di conservazione del legno, del tipo di deposito da asportare e dalla facilità o meno con cui i residui di rivestimento si distaccano dalla superficie del manufatto oggetto di trattamento (ad es. per vecchie verniciature a smalto la distanza media sarà di circa 8-10 cm). Nel momento in cui il rivestimento accennerà a sbollare e a distaccarsi dal supporto si procederà con la raschiatura mediante l'utilizzo di raschietti o spatole a manico lungo; la rimozione di vecchie vernici dovrà essere radicale. La procedura terminerà, previa spazzolatura della superficie al fine di eliminare tutti i residui non completamente staccati, con una leggera carteggiatura della superficie mediante carta abrasiva semi grossa a secco (grana/cm² 80-100-120) montata su tappi di sughero.

In alternativa alla pistola con aria calda si potrà utilizzare una fonte di calore più elevata ricorrendo ad una lancia termica collegata ad una bombola di combustibile (acetilene o gas propano). La procedura operativa sarà simile a quella con la pistola ad aria calda ad eccezione del fatto che, con la fiamma, oltre alla velocità di passaggio sulla superficie, varierà anche l'angolazione (di norma intorno ai 45°); l'asportazione del rivestimento prevedrà il riscaldamento con la fiamma facendo attenzione a non causare localizzate bruciature dovute alla troppa insistenza della fonte di calore. Su manufatti d'interesse storico-artistico sarà consigliabile non utilizzare tale tecnica.

Art. 85 - AGGIUNTE, INTEGRAZIONI

Premessa metodologica

Le operazioni d'integrazioni comprendono tutta una serie d'interventi che hanno come fine ultimo quello di ripristinare le mancanze, più o meno consistenti, rintracciabili in un manufatto riconducibili a svariati motivi tra i quali: naturale invecchiamento dei materiali, mancata manutenzione, sollecitazioni meccaniche, decoesioni superficiali, interventi restaurativi antecedenti ecc. Indipendentemente dalle scelte metodologiche adottate, scaturite dai diversi indirizzi culturali, nel progetto di conservazione le mancanze richiedono necessariamente un'azione procedurale a

prescindere che l'obiettivo prefisso sia il mantenimento dello stato di fatto o il ripristino finalizzato a restituire l'efficienza tecnica, che potrà essere denunciato oppure, come accade sovente, poiché mirato alla restituzione della configurazione "originale" nella sua totalità ed interezza, celato. Attribuire alla mancanza un valore storico-stratigrafico, se da un lato può rappresentare un atteggiamento estremamente rispettoso nei riguardi dell'entità materica ed estetica del manufatto, dall'altro limita le operazioni tecniche indirizzate alla conservazione ovvero, al recupero di quei requisiti di integrità strutturale che, venuti a mancare, possono incrementare l'innescarsi dei fenomeni degradanti.

Le operazioni di ripristino dovranno, per questo, essere pianificate puntualmente cercando, dove sarà possibile, di ponderare sia l'aspetto tecnico che quello conservativo in modo da tenere in debito conto i limiti imposti dalla valenza storica intrinseca nel manufatto e, allo stesso tempo, riuscire a restituire l'efficienza strutturale venuta meno. Il ripristino di parti mancanti, se da un lato contribuisce a dare durevolezza al manufatto, proteggendolo ed aiutandolo a conservarsi nel tempo, dall'altro comporta, inevitabilmente, alterazioni e perdite dei segni stratigrafici nascondendoli o cancellandoli con aggiunte che, come spesso avviene, rendono estremamente difficile il recupero di ciò che di originale è rimasto. Questo dato di fatto, dovrebbe essere per il Tecnico motivo di ponderate riflessioni al fine di riuscire a pianificare un intervento circoscritto a risolvere le varie problematiche rilevate durante la fase conoscitiva del manufatto scaturito da riferimenti culturali che lo hanno indirizzato nelle scelte metodologiche, cosciente che, delle diverse opzioni disponibili, per risolvere un determinato problema, nessuna sarà in grado di ovviare alle problematiche sino ad ora esposte; di ogni soluzione dovranno essere valutati i relativi vantaggi e svantaggi relazionandoli strettamente alle singole esigenze. In un progetto di restauro inevitabilmente l'interazione con il manufatto e, in special modo se si tratta di operare delle integrazioni, avrà come conseguenza un'alterazione dello stato di fatto originale; gli interventi, anche quelli meno invasivi, apporteranno delle modifiche più o meno rilevanti all'integrità della struttura che potranno essere accettate, e in parte giustificate, dalla priorità perseguita di restituire al manufatto la sua efficienza strutturale cosicché possa protrarre nel tempo il lento consumarsi. Le integrazioni che si mimetizzano con l'esistente, mirate non solo a dare integrità strutturale ma, soprattutto, a ripristinare un'unità figurativa in riferimento a come presupposto in origine, se da molti considerato un modo di intervenire che poco tiene conto della dignità storica del manufatto, da altri è ritenuto lecito, poiché il progetto è il risultato di ponderate riflessioni supportate da ricerche e documentazioni puntuali e dettagliate, per cui il risultato finale non deriva dal gesto creativo del Tecnico ma dal suo bagaglio di conoscenze storiche.

Gli accorgimenti utilizzati, in molti casi, al fine di distinguere la preesistenza dall'aggiunta (ad. es., diversificare la lavorazione superficiale della parte nuova rispetto all'originale, riprodurre le parti mancanti ricorrendo a materiali compatibili ma diversi, ripristinare le superfici in leggero sottosquadro o soprasquadro, segnalare il nuovo mediante marchi ecc.) se attuati, dovranno essere realizzati con estrema cura e sensibilità da parte del Tecnico in modo che il risultato finale, pur essendo coerente e rispettoso dello stato di fatto, non sia tale da tradursi in una visione paradossale dove la varietà di integrazioni visivamente rintracciabili fanno perdere la valenza figurativa d'insieme intrinseca del manufatto. Il dilemma di quale sia la risoluzione più consona difficilmente potrà avere una risoluzione chiara, capace di definire un modo di procedere adattabile a tutte le diverse situazioni, in special modo quando l'intervento non si limita alla manutenzione ma, per

impellenti necessità scaturite dal bisogno di salvare ciò che si può rischiare di perdere, diviene di restauro.

Operazioni di stuccatura, integrazione dei materiali lapidei (aggiunte)

Con il termine “materiale lapideo” dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

Generalità

Prima di mettere in pratica i protocolli di stuccatura, integrazione ed aggiunte sui materiali lapidei sarà opportuno seguire delle operazioni preliminari indirizzate alla conoscenza del materiale oggetto di intervento (pietra arenaria, calcarea, travertini, tufi ecc.). L'adesione tra la superficie originale e quella d'apporto sarà in funzione della scrupolosa preparazione del supporto, operazione alla quale si dovrà porre molta attenzione dal momento che si rileverà fondamentale per assicurare l'efficacia e la durabilità dell'intervento di “stuccatura-integrazione”. Le modalità con cui si eseguiranno questo tipo di operazioni saranno correlate alle caratteristiche morfologiche del materiale da integrare (pietra, laterizio, intonaco ecc.) e alla percentuale delle lesioni, oltre che dalla loro profondità ed estensione.

Verifiche preliminari

Prima di eseguire qualsiasi operazione sarà necessario procedere alla verifica del quadro fessurativo così da identificare eventuali lesioni “dinamiche” (che potranno essere dovute a svariati motivi tra i quali assestamenti strutturali non ancora terminati, dilatazioni termiche interne al materiale o fra materiali diversi ecc.); in tal caso non si potrà procedere semplicemente alla stuccatura della fessurazione ma si dovranno identificare e risolvere le cause a monte che hanno procurato tale dissesto. L'intervento di stuccatura ed integrazione sarà lecito solo su fessurazioni oramai stabilizzate (lesione statica).

Asportazione di parti non compatibili

Si procederà, seguendo le indicazioni della D.L., all'ablazione puntuale tramite scopini (di saggina), spatole, cazzuolini, mazzetta e scalpello di piccole dimensioni, martelline, vibroincisori ecc., di tutte le parti non compatibili con il supporto (legno, ferro, malte erose o gravemente degradate ecc.), ovvero stuccature od integrazioni realizzate con malte troppo crude (cementizie) in grado di creare col tempo stress meccanici. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura evitando accuratamente di non intaccare il manufatto originale.

Pulitura della superficie

Ciclo di pulitura con acqua deionizzata e successiva spazzolatura (o con altra tecnica indicata negli elaborati di progetto) della superficie da trattare allo scopo di rimuovere sporco, polveri, oli, scorie e qualsiasi altra sostanza estranea al materiale lapideo. Tutte le operazioni di pulitura dovranno tendere a lasciare l'interno della lesione o del giunto privo di detriti o patine, ma con la superficie scabra, così da favorire un idoneo contatto con malta da ripristino. Nel caso in cui la superficie, oggetto di intervento, si dovesse presentare con efflorescenze saline od altre patologie derivate dalla presenza di sali si renderà indispensabile procedere alla desalinazione della muratura utilizzando metodi e tecniche dettate dalla D.L. (ad es. impacchi di polpa di cellulosa imbevuti in acqua deionizzata). Lo stesso criterio sarà utilizzato se l'apparecchio murario risultasse affetto da umidità

di risalita capillare od ancora dovesse presentare muschi, licheni o vegetazione superiore infestante: prima di qualsiasi intervento d'integrazione si dovrà procedere alla bonifica della muratura.

Per specifiche sulle tecniche di pulitura, desalinazione, bonifica o deumidificazione si rimanda a quanto esposto agli articoli specifici.

Specifiche sulle stuccature

Saranno da evitare le stuccature a base di cementi tradizionali, perché questi potranno cedere ioni alcalini e solfati che potrebbero portare alla formazione di sali solubili dannosi per il materiale lapideo. Inoltre, gli impasti a base di cemento sono, spesso, meno porosi di molti materiali lapidei, cosicché, se si verificasse un movimento d'acqua all'interno di una struttura, la sua evaporazione e la conseguente cristallizzazione dei sali presenti potrebbe avvenire a carico delle parti più porose e non delle stuccature. Infine, le differenze di dilatazione termica fra pietra e cemento potrebbero provocare fessurazioni o danni di tipo meccanico (estratto dalla Raccomandazione NorMaL n. 20/85).

Avvertenze

Sarà vietato effettuare qualsiasi procedura di stuccatura, integrazione o, più in generale, utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

Stuccatura-integrazione di elementi in laterizio

L'intervento si rivolge agli apparecchi "faccia vista" in laterizio e avrà come obiettivo quello di mettere in sicurezza i frammenti in cui si sono suddivisi i laterizi, integrare le eventuali lacune (dovute alla disgregazione, erosione, alveolizzazione del materiale) e, allo stesso tempo, difendere l'apparecchio dagli agenti atmosferici. Sarà un'operazione, sia di consolidamento che di protezione, che dovrà essere, necessariamente, estesa anche alle più piccole lesioni e fratture del mattone, affinché la superficie non abbia soluzioni di continuità e possa, così, opporre alla pioggia ed agli agenti aggressivi ed inquinanti, un corpo solido e compatto.

Previa esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) ed abbondante bagnatura con acqua deionizzata della superficie oggetto d'intervento, si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi secondo la profondità della lacuna da riempire, al fine di evitare spaccature e lesioni durante la stagionatura e successivi rischi di distacco. L'impasto della malta sarà effettuato seguendo le indicazioni di progetto; in assenza di queste si potrà utilizzare uno stucco a base di grassello di calce (10 parti) caricato con tre parti di polvere di cocchiopesto (30 parti); in alternativa il cocchiopesto potrà essere sostituito per metà, o del tutto, con pozzolana (rapporto legante-inerte 1:3); questo impasto potrà, eventualmente, essere "aiutato" con una parte di resina acrilica in emulsione al 10% in acqua con funzione di fluidificante (quantità inferiore al 2%). La stuccatura sarà effettuata utilizzando cazzuolini, cucchiari o piccole spatole tipo quelle a foglia d'olivo evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta, sia con gli attrezzi); a tal fine potrà essere conveniente schermare le superfici limitrofe utilizzando nastro di carta, o altro sistema idoneo. Con la spatola si

dovrà dare forma alla porzione mancante del mattone costipando il materiale al fine di eliminare sia l'acqua in eccesso, sia di migliorare la compattezza e l'aderenza alla parte sana del laterizio oggetto di intervento.

Dovranno essere effettuate miscele di prova, delle quali si trascriveranno le proporzioni e si prepareranno dei piccoli campioni di malta, così da poterli avvicinare alla superficie da stuccare per la verifica del tono finale. Nel realizzare i provini delle malte bisognerà tener conto di eseguirli molto tempo prima per confrontare i colori dopo la presa e la naturale stagionatura.

In presenza di lievi fessure ovvero sacche intergranulari nel mattone, si potrà ricorrere ad applicare a pennello o mediante iniezioni una boiaccia (miscelata con l'ausilio di frusta da zabaione) simile a quella descritta precedentemente, ma con un rapporto legante-inerte di 1:1 (1000 parti di acqua; 100 parti calce idraulica naturale NHL 2; 100 parti cocchiopesto o pozzolana; 10 parti di resina acrilica in emulsione; 1 parte di gluconato di sodio); le cariche saranno superventilate (granulazioni inferiori ai 60 μ m). Al fine di favorire l'efficacia dell'assorbimento, in special modo per le iniezioni, si renderà necessario un pre-trattamento della cavità con acqua ed alcool denaturato con l'eventuale aggiunta di dispersione acrilica al 10%.

Specifiche sul grassello

Si dovrà cercare di evitare la consuetudine di realizzare grassello semplicemente aggiungendo un'adequata quantità d'acqua (circa il 20%) alla calce idrata. Così facendo si otterrà un grassello in appena 24 ore ma sarà un prodotto scadente; pertanto, risulterà opportuno utilizzare grassello di calce spenta da almeno dodici mesi al fine di diminuire la possibilità che restino grumi di calce non spenta nella malta.

Trattamento finale

A presa avvenuta la superficie stuccata dovrà essere trattata con spugna inumidita (esercitando una leggera pressione) con il risultato di arrotondare gli spigoli, compattare lo stucco e, nello stesso tempo, rendere scabra la superficie rendendola simile ai mattoni limitrofi. Allo scopo di rendere l'integrazione non troppo discordante dagli elementi originali, si può trattare la superficie con una patinatura di polvere di pozzolana (per maggiori dettagli si rimanda alla procedura specifica).

Stuccatura di elementi lapidei

Lo scopo dell'intervento sarà quello di colmare le lacune e le discontinuità (parziale mancanza di giunti di malta, fratturazione del concio di pietra ecc.) presenti sulla superficie della pietra (qualsiasi sia la loro origine) così da "unificare" la superficie ed offrire agli agenti di degrado (inquinanti atmosferici chimici e biologici, nonché infiltrazioni di acqua) un'adequata resistenza.

Previa esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione (asportazione di parti non consistenti e lavaggio della superficie) e bagnatura con acqua deionizzata, si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi secondo la profondità della lacuna da riempire: per le parti più arretrate sarà consigliabile utilizzare una malta a base di calce idraulica naturale NHL 2 a basso contenuto di sali composta seguendo le indicazioni di progetto e la tipologia di lapideo (ad es. si utilizzeranno, preferibilmente, delle cariche pozzolaniche su materiali di natura vulcanica e degli inerti calcarei se si opererà su pietre calcaree); in assenza di queste si potrà utilizzare, un impasto caricato con una parte di sabbia silicea lavata (granulometria costituita da granuli del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00

mm per il restante 45%) ed una parte di cocchiopesto; in alternativa al cocchiopesto si potrà utilizzare pozzolana ventilata (rapporto legante-inerte 1:3). La stuccatura si eseguirà utilizzando piccole spatole a foglia o cazzuolini, evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta sia con gli attrezzi); si potranno, eventualmente, mascherare le superfici limitrofe utilizzando nastro di carta. Nel caso occorra preparare una malta particolarmente resistente a compressione si potrà ricorrere all'utilizzo di piccole quantità di cemento bianco esente da gesso e sali solubili; le eventuali quantità dovranno essere limitate in quanto il cemento bianco presenta notevoli ritiri in fase di presa (un sovradosaggio porterebbe a delle malte di eccessiva durezza, ritiro e scarsa permeabilità al vapore acqueo).

La stuccatura di superficie sarà eseguita con grassello di calce (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione); la carica dell'impasto sarà di pietra macinata (meglio se tritata a mano così da avere una granulometria simile a quella del materiale originale); verrà, preferibilmente, utilizzata la polvere della pietra stessa o, in mancanza di questa, un materiale lapideo di tipologia uguale a quella del manufatto in questione in modo da ottenere un impasto simile per colore e luminosità; potranno essere utilizzate anche polveri di cocchiopesto, sabbie silicee ventilate, pozzolana, o carbonato di calcio: rapporto tra legante-inerte di 1:3 (per es. 1 parte grassello di calce; 1 parte pietra macinata; 2 parti di polvere di marmo fine). Sarà consigliabile tenere l'impasto dello stucco piuttosto asciutto in modo da favorire la pulitura dei lembi della fessura.

In alternativa si potranno effettuare stuccature di superficie invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da elastomeri fluorurati e polvere della stessa pietra o altra carica con caratteristiche e granulometria simile (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo sul fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati).

Specifiche sulla stuccatura

La scelta di operare la stuccatura a livello o in leggero sotto-quadro nella misura di qualche millimetro (così da consentirne la distinguibilità), dovrà rispondere principalmente a criteri conservativi; sovente, infatti, le integrazioni sottolivello creano percorsi preferenziali per le acque battenti innescando pericolosi processi di degrado. Gli impasti dovranno essere concepiti per esplicitare in opera valori di resistenza meccanica e modulo elastico inferiori a quelli del supporto, pur rimanendo con ordini di grandezza non eccessivamente lontani da quelli del litotipo.

Additivi organici

Le malte utilizzate potranno essere caricate, se le disposizioni di progetto lo prevedono, con additivi organici (in quantità inferiore al 2-5%), quali: resine acriliche in emulsione al 10% in acqua con funzione di fluidificante, o, nel caso d'utilizzo con calce aerea, di colloide protettore che tende a trattenere l'acqua, così da non far "bruciare" prematuramente la pasta da stucco. Qualora, invece, venga richiesta alla malta una forte adesività strutturale (ad es. per stuccature profonde non esposte ai raggi UV) ed un'alta resistenza meccanica sarà più opportuno impiegare resine termoidurenti come quelle epossidiche. In ogni caso, salvo diverse disposizioni della D.L., il rapporto legante-additivo sarà generalmente 10:1.

Colore stuccatura

Al fine di rendere possibile un'adeguata lettura cromatica si potrà "aiutare" il colore dell'impasto additivandolo con terre colorate e pigmenti (massimo 5% di pigmenti minerali o 10% di terre). Il

colore della pietra si raggiungerà amalgamando, a secco, le cariche fino ad ottenere il tono esatto ma più scuro per bilanciare il successivo schiarimento che si produrrà aggiungendo la calce. Effettuate le miscele di prova si dovranno, necessariamente, trascrivere le proporzioni e preparare dei piccoli campioni di malta su mattone o lastra di pietra, così da poterli avvicinare alla superficie da stuccare per la verifica del tono finale. Per tutte quelle stuccature che interesseranno porzioni di muro vaste potrà essere preferibile ottenere una risoluzione cromatica in leggera difformità con la pietra originale.

Trattamento finale

A presa avvenuta, al fine di ottenere una stuccatura opaca, la superficie interessata verrà lavata e/o tamponata (esercitando una leggera pressione) con spugna inumidita di acqua deionizzata, così da compattare lo stucco, far emergere la cromia della punteggiatura ed eliminare eventuali residui di malta.

Risarcimento-stilatura giunti di malta

L'intervento prevedrà l'integrazione delle porzioni di malta mancanti e sarà eseguito mediante impasti a base di calce con i requisiti di resistenza simili a quelli del materiale originale e con caratteristiche fisiche (tessitura, grana, colore ecc.) simili o discordanti in relazione alle disposizioni di progetto. Lo scopo della rabboccatura sarà quello di preservare le cortine murarie da possibili fenomeni di degradazione e di restituire continuità alla tessitura, al fine di evitare infiltrazioni od attacchi di vegetazione infestante, accrescendone le proprietà statiche. L'operazione di stilatura dovrà essere evitata (previa rimozione) su manufatti saturi di sali, in particolare in presenza di estese efflorescenze saline, ovvero di muffe, polveri o parti non solidali che potrebbero impedire la solidificazione della malta tra gli elementi.

Previo esecuzione delle verifiche e delle operazioni preliminari (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) la procedura prevedrà l'abbondante bagnatura con acqua pulita (specialmente se il substrato è particolarmente poroso) del giunto, così da garantire alla malta originale ed alle superfici limitrofe l'utile saturazione, basilare per evitare che si verifichi l'assorbimento del liquido dalla nuova malta compromettendone la presa. Una volta inumidito il giunto si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati successivi secondo la profondità e la lunghezza della lacuna da riempire. Per l'impasto, seguendo le disposizioni di progetto, si potranno utilizzare appositi formulati costituiti da calce idraulica, grassello di calce, sabbie od altri aggregati minerali di granulometria nota; per le parti più arretrate sarà opportuno utilizzare un impasto a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (ottenuta per calcinazione a bassa temperatura, esente da sali solubili, con un'ottima permeabilità al vapore) e sabbia di fiume vagliata (granulometria 0,5-1,5 mm). In alternativa alla sabbia si potranno utilizzare altre cariche quali pozzolana o cocchiopesto (coccio macinato disidratato ricavato dalla frantumazione d'argilla cotta a basse temperature); in ogni caso il rapporto legante inerte sarà sempre di 1:2. Questo strato di "fondo" si effettuerà utilizzando cazzuolino, cucchiaretto o una piccola spatola metallica facendo attenzione a non "sporcare" le superfici non interessate. A questo scopo sarà conveniente proteggere, preventivamente, con idonea pellicola protettiva (ad es. nastro di carta adesivo) o con teli di nylon, sia le superfici lapidee o laterizie dei conci che delimitano il giunto d'allettamento, sia gli eventuali serramenti od elementi ornamentali prossimi alla zona d'intervento. Per la stilatura di finitura si potrà utilizzare un impasto a base di grassello di calce; la carica dell'impasto potrà essere di pietra macinata, sabbia di fiume fine (granulometria 0,5-0,8 mm) o, in caso di apparecchio in laterizi,

polvere di cotto macinato: rapporto tra legante-inerte di 1:3. La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campione, e dalla risoluzione cromatica che si vorrà ottenere in sintonia o in difformità con le malte esistenti.

Dopo un periodo di tempo sufficiente a consentire un primo indurimento dell'impasto si provvederà a "stringere" la malta mediante una leggera pressione della mano o della punta della cazzuola, così da compattarla e renderla più solida. Questa operazione andrà ripetuta dopo circa 5-6 ore d'estate e dopo 24 ore d'inverno nell'arco di mezza giornata fino a che il giunto apparirà coeso e senza cretti.

Se gli elaborati di progetto richiederanno un giunto con finitura scabra si potrà intervenire sulla malta della stillatura (appena questa abbia "tirato" ma sia ancora modellabile) "segnandola" con spazzola di saggina o tamponandola con tela di Juta ruvida. Si ricorda che la spazzola non dovrà essere strofinata sulla superficie, ma battuta leggermente, altrimenti si rischierà di danneggiare la rabboccatura. Saranno da evitare spazzole di ferro in quanto si potrebbero danneggiare il giunto ed i supporti limitrofi.

Specifiche

A seconda delle disposizioni di progetto l'operazione di integrazione-risarcitura potrà essere più o meno connotata; si potrà, infatti, eseguire una stillatura dei giunti seguendo il filo esistente oppure eseguirla in leggero sottofilo od, ancora, sfruttando la granulometria ed il colore degli inerti si potrà ottenere un risultato mimetico o di evidente contrasto tra la vecchia e la nuova malta.

Nel caso in cui il progetto preveda una risarcitura "mimetica" si dovrà porre particolare attenzione nell'individuazione della composizione e colorazione specifica della malta che dovrà accordarsi, mediante la cromia dell'impasto e la granulometria degli aggregati, una volta applicata ed essiccata, alla granulometria delle malte di supporto, considerando le diverse gradazioni cromatiche e caratteristiche tessiturali presenti nell'apparecchio murario dovute al diverso orientamento, esposizione agli agenti atmosferici ed alla presenza di materiali diversi.

Trattamento finale

L'operazione di stuccatura si completa con spugna ed acqua deionizzata per eliminare i segni della spazzola, far risaltare le dimensioni e la cromia dell'aggregato e per togliere le eventuali cariche distaccate che potrebbero conferire al giunto asciutto un aspetto polverulento.

Stuccatura salvabordo lacune di intonaco (bordatura)

In presenza di lacune d'intonaco, nei casi in cui le indicazioni di progetto non prevedano il ripristino del materiale, l'intervento dovrà essere indirizzato alla protezione dei bordi della lacuna mediante una stuccatura che avrà la funzione di ristabilire l'adesione tra lo strato di intonaco e la muratura così da evitare, lungo il perimetro della mancanza, dannose infiltrazioni di acqua meteorica o particolato atmosferico che potrebbero aggravare, nonché aumentare, la dimensione della lacuna nel tempo. L'operazione di stuccatura salvabordo, in particolar modo se realizzata su pareti esterne, dovrà essere eseguita con la massima cura; questo tipo di protezione proprio per la sua configurazione di raccordo tra due superfici non complanari costituirà un punto particolarmente soggetto all'aggressione degli agenti atmosferici (pioggia battente). Le malte adatte per eseguire tale operazione dovranno essere simili ai preparati impiegati per la riadesione degli intonaci distaccati (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo specifico sulla riadesione degli intonaci al supporto), in ogni caso, oltre ad evitare l'utilizzo d'impasti con grane e leganti diversi da quelli presenti

nell'intonaco rimasto sulla superficie non si dovrà ricorrere né all'uso di malte di sola calce aerea e sabbia (poco resistenti alle sollecitazioni meccaniche), né a malte cementizie (troppo dure e poco confacenti all'uso). Le bordature dovranno essere realizzate con malte compatibili con il supporto, traspirabili (coefficiente di permeabilità $\alpha < 12$) e con buone caratteristiche meccaniche; a tale riguardo si potrà utilizzare un impasto composto da 1 parte di grassello di calce e 0,5 parti di calce idraulica naturale NHL 2 esente da sali solubili; la parte di calce idraulica potrà essere sostituita anche con del cemento bianco. Gli impasti potranno essere caricati con metacaolino o con sabbia silicea vagliata e lavata a granulometria fine (diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 40%, di 0,50-1,00 mm per un 60%). La malta dovrà essere facilmente spalmabile in modo da poter definire con precisione l'unione dei lembi, a tale riguardo, per facilitare l'operazione, sarà opportuno ricorrere all'uso di strumenti da stuccatore come, ad esempio, spatolini metallici a foglia di olivo. Prima dell'applicazione della stuccatura la muratura interessata dall'intervento dovrà essere adeguatamente preparata, ovvero dovrà essere pulita, si dovranno rimuovere eventuali sali solubili e fissare i conci sconnessi. In presenza di macchie di umidità, prima di applicare il salvabordo dovrà essere eliminata la causa ed atteso che la parete sia ben asciutta.

Integrazione di porzioni murarie

L'operazione di integrazione di porzioni di murature potrà rendersi necessaria in situazioni dove l'apparecchio murario risulti particolarmente degradato o lacunoso di elementi componenti tanto da rendere la struttura muraria a rischio di conservazione. Le integrazioni potranno riguardare murature o strutture murarie incomplete, interrotte o da consolidare (in questo caso si parla di operazione di "scuci e cucì"), che in ogni caso porranno problemi di connessione con le porzioni preesistenti.

In linea di massima la procedura si identificherà come un vero e proprio intervento costruttivo che, confrontandosi con il manufatto preesistente dovrà valutare di volta in volta le relazioni tra le parti ovvero, la messa in opera di elementi analoghi o meno per forma, dimensione, tecnica di lavorazione e posa in opera rispetto a quelli "originali" (o meglio preesistenti). Tutto questo non dipenderà esclusivamente da ragioni di tipo tecnico-costruttivo ma, piuttosto, da precisi intenti progettuali, primo dei quali il rispetto o meno verso l'autenticità, la riconoscibilità e la distinguibilità dell'intervento ex novo.

I fattori che potranno indirizzare le scelte di progetto saranno principalmente i materiali, le forme, le dimensioni e le lavorazioni degli elementi scelti per l'integrazione, i tipi di apparecchiatura e le tipologie di posa in opera; le casistiche possibili saranno svariate, le più ricorrenti possono essere individuate in:

- integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione, tipo di lavorazione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente e con lo stesso tipo di apparecchiatura (integrazione mimetica);
- integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione, tipo di lavorazione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente ma apparecchiati in modo differente rispetto a quelli dei tratti limitrofi;
- integrazione con elementi di materiale uguale a quelli dell'apparecchio preesistente ma con forma, dimensione, tipo di lavorazione differenti rispetto a quelli dei tratti limitrofi e posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle delle porzioni confinanti;
- integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente, ma diversi per il tipo di lavorazione e posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;

- integrazione con elementi di forma, dimensione, tipo di lavorazione uguali a quelli dell'apparecchio preesistente ma di materiale diverso (di norma più resistente o di colore differente) posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;
- integrazione eseguita con elementi di dimensione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente ma di materiale diverso e di forma opposta a quella preesistente.

In linea generale la procedura operativa di integrazione dovrà seguire le fasi sotto elencate.

Operazioni preliminari

Accurato rilievo in scala adeguata (minimo 1:25) dello stato di fatto dell'apparecchio murario con tecnica e strumentazione indicata dalla D.L., se non diversamente specificato si eseguirà un rilievo fotogrammetrico, analitico o digitale esteso non soltanto, alla porzione della muratura da integrare ma a tutta la sezione oggetto di integrazione. Se non diversamente specificato dalla D.L. si procederà, inoltre, alla redazione di rilievo in scala 1:1 delle sole porzioni di murature da integrare. Le informazioni ricavate dalla suddetta analisi dovranno servire a definire la qualità, le forme e i modi di posa in opera dei nuovi elementi. Questi elaborati costituiranno la base per la "progettazione" dell'integrazione, sarà, pertanto, utile elaborare delle simulazioni con diverse soluzioni progettuali al fine di verificare meglio le scelte operate.

Nel caso in cui le operazioni di rilievo manuale e/o strumentale non fossero sufficienti ad apprendere tutti i dati necessari (specialmente informazioni riguardanti le sezioni interne dell'organismo murario) potranno essere eseguiti eventuali accertamenti diagnostici (indagini endoscopiche, termografiche ecc.) specifici da scegliersi in accordo con la D.L.

Previa messa in sicurezza della struttura con idonee opere provvisorie, sarà possibile procedere alla rimozione degli elementi particolarmente sconnessi e/o decoesi. La rimozione dovrà avvenire per cantieri successivi di limitata entità dall'alto verso il basso così da non arrecare ulteriore stress all'organismo murario. Successivamente a questa fase di rimozione sarà necessario operare una pulitura generalizzata dei piani di appoggio e di connessione dei nuovi conci. La pulitura, se non diversamente specificato, avverrà mediante strumenti meccanici (quali ad es. spazzole, scopinetti eventuali piccoli aspiratori) o eventualmente blande puliture ad acqua facendo attenzione a non arrecare danno ai materiali preesistenti (per ulteriori specifiche inerenti le metodologie di pulitura si rimanda a quanto detto negli articoli specifici).

Messa in opera dei nuovi elementi

La vera messa in opera degli elementi dovrà essere preceduta dalla "presentazione", ovvero la sistemazione provvisoria degli elementi nuovi nella sede prevista, al fine di verificare l'accettabilità della loro forma e l'effettiva realizzabilità dell'intervento, oppure dalla "presentazione" di un campione tipo di integrazione (ad es. nel caso di integrazione di apparecchio in opus reticulatum con un altrettanto opus reticulatum ma convesso e realizzato in malta). Per agevolare l'operazione di "presentazione" del primo caso si potrà far uso di zeppe o liste di legno per appoggiare provvisoriamente gli elementi nella loro sede.

Nel caso di integrazioni murarie con nuovi elementi lapidei la messa in opera degli stessi avverrà previa preparazione dei letti con malta di calce preferibilmente simile per composizione a quella presente in situ, eventualmente additivata per migliorarne l'aderenza o diminuirne il ritiro. Dietro

specifica indicazione della D.L. si provvederà all'inserimento di eventuali perni (ad es. barre filettate) o zanche in acciaio inox al fine di migliorare la connessione tra i nuovi elementi.

Dopo la messa in opera degli elementi di integrazione, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stillatura dei giunti soprattutto in prossimità dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare, proprio in questi punti delicati, discontinuità strutturali.

Rincocciatura di murature

La rincocciatura è un'operazione che interessa la ricostruzione di mancanze o lacune murarie (generate ad esempio da crolli o distruzioni), nella massa e nel volume, tramite l'inserimento di nuovi materiali compatibili con quelli presenti allo scopo di ripristinare la continuità della parete. Potrà limitarsi al paramento esterno od interessare la muratura, per tutto il suo spessore; questo ultimo caso si differenzia dall'integrazione muraria poiché coinvolge porzioni limitate di muratura e, dallo scuci e cuci perché non prevede la rimozione delle parti di muratura degradate. L'operazione di rincocciatura si renderà necessaria, inoltre, per evitare il progredire e/o l'insorgenza dei fenomeni di degrado (infiltrazioni d'acque meteoriche, di radici infestanti ecc.) che potranno attecchire all'interno della lacuna. Il compito strutturale dell'intervento potrà essere più o meno incisivo secondo i singoli casi; se la rincocciatura dovrà assolvere un ruolo di sostegno i materiali utilizzati dovranno avere delle caratteristiche di resistenza meccanica a compressione tale da garantire la stabilità della struttura (sarà opportuno a tale riguardo ricorrere a materiali compatibili e similari, per natura e dimensioni, a quelli originali), se invece si tratterà di colmare un vuoto si potranno utilizzare materiali come: frammenti di mattone, scaglie di pietra ecc. Se richiesto dalle specifiche di progetto, nei casi di strutture a rischio di crollo, prima di procedere con l'intervento, si dovranno mettere in opera dei sostegni provvisori circoscritti alla porzione che dovrà essere ripristinata; dalla cavità dovranno essere rimosse tutte le parti incoerenti o eccessivamente degradate tramite l'utilizzo di mezzi manuali (martelli o punte) facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni.

All'interno della lacuna, se indicato dagli elaborati di progetto, potranno essere realizzate delle forature per l'inserimento di perni e connettori necessari per facilitare e, allo stesso tempo, garantire l'efficace ancoraggio dei nuovi elementi (per maggiori delucidazioni sulla tipologia dei perni si rimanda agli articoli inerenti: stuccatura elementi in laterizio e fissaggio e riadesione elementi sconnessi e distaccati). La cavità dovrà poi essere pulita ricorrendo a mezzi manuali come spazzole, raschietti o aspiratori in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua, l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate negli articoli inerenti la pulitura a base di acqua). La posa in opera dei nuovi materiali dipenderà dal tipo di rincocciatura che s'intenderà realizzare (se limitata al paramento esterno oppure estesa in profondità) e dalla relativa tecnica utilizzata; in ogni modo sarà sempre buona norma ricorrere a materiali affini agli originali in modo da evitare l'insorgenza d'incompatibilità fisico-chimiche. La malta di connessione dovrà essere simile a quella presente sul paramento murario per rapporto legante-inerte e granulometria dell'inerte; se non diversamente specificato da progetto, si potrà ricorrere all'uso di una malta di calce (rapporto legante-inerte 1:3) così composta: 2 parti di calce aerea; 1 parte di calce idraulica; 9 parti di inerte (4 parti di ciacciopesto, 5 parti di sabbia vagliata). Dopo la messa in opera del materiale di risarcitura, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stilatura dei giunti soprattutto in prossimità

dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare, proprio in questi punti delicati, discontinuità strutturali.

Se specificatamente indicato dagli elaborati di progetto l'intervento di rincoccatura, potrà essere denunciato realizzando la nuova porzione di muratura in leggero sottosquadro o soprasquadro, tenendo presente però che la non complanarietà delle due superfici costituirà una zona facile da degradarsi.

Tassellatura

L'intervento di tassellatura ha lo scopo di integrare mancanze generate da diversi fenomeni (rimozioni eseguite a causa di degrado avanzato, distacchi generati da azioni meccaniche ecc.) utilizzando materiali compatibili (meglio se di recupero) simili per consistenza e colore al supporto. L'operazione riguarderà in particolare, il ripristino di porzioni di paramenti decorativi quali: modanature, cornici, riquadrature di porte e finestre, fasce marcapiano ecc. Il tassello posto in opera dovrà riprodurre con esattezza la parte asportata o mancante; a sbazzatura avvenuta, previa pulitura della cavità, dovrà essere inserito ed adattato in modo da garantire la continuità superficiale tra la parte nuova e quella vecchia. L'adesione di tasselli di piccole dimensioni potrà essere realizzata, oltre che con l'ausilio di resine epossidiche, con una malta di calce idraulica naturale NHL 5 additivata con emulsioni acriliche (per migliorare l'adesività) caricata con carbonato di calcio od altro aggregato di granulometria fine (ad es. cocciopesto, pozzolana ecc.). Nei casi, invece, in cui l'intervento presenti delle dimensioni considerevoli e il tassello risulti particolarmente aggettante si potrà ricorrere all'uso di sostegni interni come perni in acciaio inossidabile o zincato (□□ variabile da 4 a 10 mm) Fe B 44 K ad aderenza migliorata o barrette filettate in acciaio inossidabile AISI 316L (in caso di elementi non sottoposti a particolari sollecitazioni meccaniche si potrà ricorrere a barre in vetroresina), saldati con l'ausilio di resine epossidiche bicomponenti ed esenti da solventi; l'impasto, steso con l'ausilio di piccole spatole, dovrà presentare un grado di tissotropicità o fluidità idoneo alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo sul fissaggio ed adesione degli elementi sconnessi e distaccati). Per tassellature in ambienti interni si potranno utilizzare, oltre alle resine epossidiche, anche le resine poliestere. I fori d'inserimento dei perni, eseguiti con trapano a sola rotazione, potranno essere, secondo i casi specifici, passanti o ciechi; le fessure in corrispondenza dell'unione del tassello andranno stuccate con polvere dello stesso materiale, legato con resine sintetiche (acriliche o elastomeri fluorurati) o calce naturale.

Malte da restauro

Malte da stuccatura o da ripristino (integrazioni, rappezzi ecc.) ovverosia impasti costituiti da un legante (calce aerea, calce idraulica naturale, cemento bianco) e da acqua, oppure da un legante, da acqua e da un inerte (sabbia, pietra macinata, polvere di marmo, cocciopesto, pozzolana ecc.) in rapporto variabile, da 1:3 a 1:1, secondo le prescrizioni di progetto ovvero a seconda delle caratteristiche che si vogliono conferire alla malta (maggiore resistenza, maggiore lavorabilità). In linea generale le malte da utilizzare per le procedure di restauro dovranno essere confezionate in maniera analoga a quelle esistenti, per questo motivo saranno necessarie una serie di analisi fisico-

chimiche, quantitative e qualitative sulle malte esistenti, in modo da calibrare in maniera ideale le composizioni dei nuovi agglomerati.

La malta dovrà presentarsi più o meno fluida a seconda dell'uso specifico e a seconda della natura dei materiali da collegare, in linea generale è buona norma che l'acqua utilizzata sia quella strettamente necessaria per ottenere un impasto omogeneo. L'impasto delle malte, eseguito con idonei mezzi meccanici o manualmente (da preferire per impasti di modesta quantità ma molto specifici) dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno essere ad ogni impasto misurati preferibilmente sia in peso che a volume. Nel caso in cui la malta preveda l'uso di grassello di calce, questo dovrà essere "stemperato" e ridotto in pasta omogenea prima di incorporarvi l'inerte; nel caso in cui si preveda un impasto con più leganti, sarà necessario impastare precedentemente i leganti tra loro e solo successivamente aggiungere gli aggregati, dando tra questi, la precedenza a quelli di granulometria più minuta.

La malta potrà essere eventualmente caricata da pigmenti o terre coloranti (massimo 5% di pigmenti minerali ricavati dalla macinazione di pietre o 10% di terre) e/o da additivi di vario genere (fluidificanti, aeranti ecc.). Nel caso in cui il pigmento dovesse essere costituito da pietra macinata o da polvere di cocciopesto, questo potrà sostituire parzialmente o interamente l'inerte.

Se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto o dalla D.L. gli impasti impiegati in operazioni di restauro dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica sia con il supporto sia con le parti limitrofe. La compatibilità si manifesterà attraverso il coefficiente di dilatazione, la resistenza meccanica e lo stato fisico dell'impasto (granulometria inerte, tipologia di legante ecc.);
- presentare una resistenza minore degli elementi da collegare così da evitare un'eventuale disomogeneità che potrebbe essere la causa di fessurazioni nelle strutture;
- avere una consistenza tale da favorire l'applicazione;
- aderire alla struttura muraria senza produrre effetto di slump e legarsi opportunamente a questa durante la presa;
- essere sufficientemente resistente per far fronte all'erosione, agli inconvenienti di origine meccanica e agli agenti degradanti in genere;
- contenere il più possibile il rischio di cavillature (dovrà essere evitato l'utilizzo di malte troppo grasse);
- opporsi al passaggio dell'acqua, non realizzando un rivestimento di sbarramento completamente impermeabile, ma garantendo al supporto murario la necessaria traspirazione dall'interno all'esterno;
- presentare un aspetto superficiale uniforme in relazione alle tecniche di posa utilizzate.

Specifiche

Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro; i residui d'impasto che non avessero per qualche ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto.

Campi di impiego

Le malte da restauro, a seconda del loro impiego, potranno essere classificate in:

- 1) malte per restauro di apparecchi murari: ossia allettamento di elementi lapidei, stilatura e/o rabbocatura dei giunti, riempimento dei vuoti o di soluzioni di continuità dell'organismo murario, protezione delle creste dei muri;
- 2) malte per restauri di intonaci: ossia rappezzi e/o integrazioni di porzioni di intonaco con eventuale, se presente, riproposizione dei diversi strati;
- 3) malte per applicazione di rivestimenti (musivi e pavimenti ecc.);
- 4) malte per il restauro di decorazioni: ossia impasti per integrazione di elementi architettonici plastici a rilievo;
- 5) malte per stuccature e sigillature: ossia impasti per il riempimento di lesioni, fratture, modeste mancanze;
- 6) malte per iniezione: ossia malte fluide caratterizzate da bassa viscosità applicabili a bassa pressione attraverso soluzioni di continuità o fori di modeste dimensioni con la finalità di riempire vuoti non superficiali o allo scopo di far aderire tra loro strati diversi.

Le malte da restauro dovranno essere conformi alle prescrizioni dettate dalle Raccomandazioni NorMaL 26/87 "Caratteristiche delle Malte da Restauro" e alle norme UNI 11088:2003, Beni Culturali - Malte storiche e da restauro. Caratterizzazione chimica di una malta. Determinazione del contenuto di aggregato siliceo e di specie solubili, UNI EN 11089:2003 Beni Culturali - Malte storiche e da restauro. Stima della composizione di alcune tipologie di malte; UNI EN 990:2004 "Specifiche per malte per opere murarie - parte 1: malte da intonaco e parte 2: malte da muratura.

Consolidamenti

Premessa metodologica

Gli interventi di consolidamento operati sui materiali lapidei devono essere mossi dalla volontà di ristabilire una continuità, alterata a causa dei diversi fenomeni di degrado tra la parte esterna del materiale e quella più interna, in modo da poter garantire una coesione materica capace di eliminare le differenze fisico-meccaniche che si sono generate tra i vari strati. Le operazioni di consolidamento devono, infatti, assicurare l'adesione del materiale danneggiato a quello sano in modo da ristabilire un equilibrio strutturale capace di assicurare un comportamento solidale nei confronti delle diverse sollecitazioni e, allo stesso tempo, permettere di fronteggiare le condizioni al contorno; il fine è quello di ripristinare la resistenza meccanica originale del materiale sano, evitando, per questo, interventi eccessivi che potrebbero alterare la costituzione intrinseca della struttura con effetti, a lungo termine, difficilmente prevedibili.

L'intervento di consolidamento di un apparecchio murario risulta particolarmente complesso poiché, la sua reale efficacia è relazionata alla conoscenza di diversi fattori tra i quali: la natura dei materiali, i cambiamenti riconducibili al naturale invecchiamento della struttura, le diverse patologie di degrado compresenti, lo stato conservativo e le sollecitazioni in atto. Definito il quadro conoscitivo della struttura è importante stabilire se è realmente possibile eliminare le cause che hanno provocato le patologie degeneranti; contrariamente l'intervento di consolidamento non potrà essere considerato risolutivo e duraturo nel tempo. L'analisi puntuale della struttura deve servire al fine di evitare operazioni generalizzate a tutta la superficie; alle diverse problematiche riscontrate deve corrispondere un intervento specifico opportunamente testato, prima della messa in opera, su appositi provini campioni in situ al fine di comprovarne la reale efficacia e, allo stesso tempo, rilevare l'eventuale insorgenza di effetti collaterali.

L'operazione di consolidamento dei materiali lapidei si concretizza impregnando il materiale in profondità, al fine di evitare la formazione di uno strato superficiale resistente sovrapposto ad uno

degradato, con sostanze di varia natura (organiche e/o inorganiche) applicate utilizzando diversi strumenti a seconda dei casi specifici (pennelli, spatole, impacchi, siringhe ecc.); la riuscita dell'intervento dipende sia dalla sostanza utilizzata sia dalla sua corretta modalità di applicazione. È opportuno ricordare che la sostanza consolidante deve essere compatibile con la natura del materiale per modulo di elasticità e di dilatazione termica così da non creare traumi interni alla struttura, inoltre deve essere in grado di ostacolare l'aggressione degli agenti patogeni. Il materiale introdotto non deve saturare completamente i pori così da non alterare i valori di permeabilità al vapore propri del materiale.

È buona norma inserire all'interno dei programmi di manutenzione, postumi all'intervento di conservazione, dei controlli periodici mirati alla verifica dell'effettiva validità delle operazioni di consolidamento in modo da poter realizzare il monitoraggio nel tempo e testarne il comportamento.

Operazioni di consolidamento di materiali lapidei

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

Generalità

Le procedure di consolidamento risultano essere sempre operazioni particolarmente delicate, e come tali, necessitano di un'attenta analisi dello stato di fatto sia dal punto di vista della conservazione dei materiali sia del quadro fessurativo, così da poter comprendere a fondo e nello specifico la natura del supporto e le cause innescanti le patologie di degrado; in riferimento a queste analisi si effettuerà la scelta dei prodotti e delle metodologie di intervento più idonee; ogni operazione di consolidamento dovrà essere puntuale, mai generalizzata; sarà fatto divieto di effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, utilizzare prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; sull'etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

Ad operazione eseguita dovrà, sempre, essere verificata l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche con controlli periodici cadenzati nel tempo (operazioni che potranno essere inserite nei programmi di manutenzione periodica post-intervento). I consolidamenti che si potranno realizzare sono diversi:

- consolidamento coesivo, il prodotto consolidante verrà applicato localmente o in modo generalizzato sulla superficie del materiale (consolidamento corticale) per ristabilire la coesione di frazioni degradate con gli strati sani sottostanti: l'obiettivo che si porrà sarà di ristabilire con un nuovo prodotto il legante degradato o scomparso. Le sostanze consolidanti potranno essere leganti dello stesso tipo di quelli contenuti nel materiale (consolidanti inorganici o a base di silicio), oppure sostanze sintetiche (consolidanti organici) estranee alla composizione originaria del materiale ma comunque in grado di migliorarne le caratteristiche fisiche; di norma si realizzerà con impregnazione fino al rifiuto;
- consolidamento adesivo, con questo termine s'intenderà un'operazione di "rincollaggio" di rivestimenti distaccati dal loro supporto originale come, ad esempio, un frammento di pietra o uno strato di intonaco per i quali si renderà necessario ristabilire la continuità fra supporto

e rivestimento. Questo tipo di consolidamento avverrà tramite iniezioni di malte fluide o resine acriliche in emulsione ovvero, con ponti di pasta adesiva a base di calce idraulica o resina epossidica. Sarà obbligatorio verificare, anche sommariamente, il volume del vuoto da riempire al fine di scegliere la giusta “miscela” da iniettare. Cavit  piuttosto ampie dovranno essere riempite con malte dense e corpose; al contrario, modeste cavit  necessiteranno di betoncini pi  fluidi con inerti piuttosto fini.

Fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati (mediante perni)

La procedura ha come obiettivo quello di far riaderire parti in pietra staccate o in fase distacco mediante idonei adesivi sia a base di leganti aerei ed idraulici (calci) sia leganti polimerici (soprattutto resine epossidiche). Si ricorrer  a questa procedura allorch  si dovranno incollare, o meglio far riaderire, piccole scaglie di materiale, porzioni pi  consistenti, riempire dei vuoti o tasche associate a un distacco di strati paralleli alla superficie esterna della pietra (dovuti, ad es. a forti variazioni termiche). La procedura applicativa varier  in ragione dello specifico materiale di cui sar  costituito l’elemento da incollare, dei tipi di frattura che questo presenter  e che occorrer  ridurre e dei vuoti che sar  necessario colmare affin  l’operazione risulti efficace.

Nel caso di interventi su manufatti e superfici particolarmente fragili e degradate e su frammenti molto piccoli, l’adesivo dovr  presentare una densit  e un modulo elastico il pi  possibile simile a quello del o dei materiali da incollare, in modo tale che la sua presenza non crei tensioni tra le parti; per la riadesione di pellicole pittoriche, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, sar  opportuno utilizzare un’emulsione acrilica (tipo Primal) al 2-3% diluita in alcool incolore stesa a pennello a setola morbida.

Allorch  si dovranno riaderire dei frammenti o porzioni pi  consistenti, sar  preferibile inserire adeguati sistemi di supporto costituiti da perni in acciaio inossidabile AISI 316L (minimo ≤ 4 mm), in titanio o, se l’incollaggio interesser  parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche, barre in vetroresina. La procedura operativa seguir  quella descritta nell’articolo sulle stuccature degli elementi lapidei.

In alternativa alla malta di calce idraulica, per il fissaggio e la riadesione di parti pi  consistenti si potranno utilizzare modeste porzioni di resina epossidica (bicomponente ed esente da solventi) in pasta stesa con l’ausilio di piccole spatole ed eventualmente, se indicato dagli elaborati di progetto, caricate con aggregati tipo carbonato di calcio o sabbie silicee o di quarzo, al fine di conferire maggiore consistenza alla pasta e consentire il raggiungimento degli spessori previsti. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso d’umidit  in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d’impurit  o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%.

In ogni caso si ricorrer  ad un impasto d’adeguata tissotropicit  o fluidit  in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire. Durante la fase di indurimento dell’adesivo sar  necessario predisporre dei dispositivi di presidio temporaneo costituiti, a seconda delle dimensioni del frammento, da carta giapponese, nastro di carta, morsetti di legno ecc. facendo attenzione a non danneggiare in alcun modo il manufatto.

Al fine di coprire gli eventuali ponti di resina epossidica, stesi per il consolidamento, si potr  utilizzare un betoncino elastico del colore simile al supporto originario, ottenuto dall’impasto fra polvere della stessa pietra e da un legante fluorurato al 10% in acetone. La preparazione

dell'impasto, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, avverrà amalgamando una parte in peso di prodotto con 0,75 parti d'inerte della stessa granulometria e colore dell'originale (in alternativa si potrà utilizzare sabbia silicea con granulometria tra 0,10-1,5 mm e aiutare il colore con pigmenti in polvere) mescolando bene fino ad ottenere una consistenza simile ad una malta. Sarà consigliabile non preparare grandi quantità di stucco al fine di evitare la presa prima della completa messa in opera, sarà, inoltre, consigliabile non eseguire alcun intervento sulla stuccatura prima di un'ora dalla stesura dello stucco. Il prodotto sarà completamente reversibile tramite acetone.

Specifiche sui materiali

Gli adesivi epossidici (ovvero resine utilizzate come leganti per ricongiungere frammenti distaccati), normalmente utilizzabili, saranno liquidi con indurente a lenta o a rapida reattività (da utilizzare per consolidamenti o più spesso per intasamento delle fessure o per imperniature) o in pasta lavorabili con indurente a lenta o a rapida reattività (per stuccature, ponti di adesione, piccole ricostruzioni e fissaggio perni); in questo secondo caso si provvederà ad intervenire, in fase di formulazione, aggiungendo additivi tissotropizzanti. Di norma questi adesivi saranno totalmente esenti da solventi, non subiranno ritiro durante l'indurimento e grazie alla loro natura tixotropica potranno essere facilmente applicabili anche su superfici verticali in consistenti spessori.

Resine poliestere derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi bi-basici insaturi o loro anidridi. Prima dell'indurimento potranno essere impastati con fibre di vetro o sintetiche, così da migliorare la resistenza dei prodotti finali. Come riempitivi possono essere usati polveri di varia granulometria di calcari, gesso, o sabbie. La resistenza a raggi solari e UV è abbastanza bassa, specialmente per prodotti reticolari con monomeri aromatici, mentre la resistenza meccanica e le proprietà adesive sono abbastanza buone. La resina potrà presentare un certo ritiro del volume (sino ad 8-10%) che la rende non proprio adatta per riempire le fessure del materiale lapideo, al contrario potranno essere utilizzate come collanti per congiungimenti o fissaggio di perni, barre filettate, tiranti ecc. anche se sarà necessario evitare che la resina raggiunga la superficie estrema poiché per esposizione alla luce darebbe marcate variazioni di colore. Orientativamente il pot life a 20 °C sarà di circa 5-7 minuti e il tempo di fissaggio intorno ai 40-60 minuti.

Copolimeri fluorurati, legante incolore elastomerico per stuccature, dotato di notevole elasticità alle dilatazioni, isola in maniera efficace la fessura o rottura da stuccare. L'elevata inerzia chimica anche verso aggressivi molto energici, la stabilità termica ed alle radiazioni, oltre alla permeabilità all'aria e alla reversibilità in acetone anidro, lo rendono particolarmente adatto su supporti lapidei.

Consolidamento dello strato corticale mediante impregnazione con consolidanti organici

La procedura di impregnazione può essere eseguita su manufatti in pietra, intonaco, laterizio e legno allorché si renda necessario garantire il consolidamento non solo corticale ma anche in profondità. Questa procedura si basa sul principio fisico della capillarità, ovverosia la capacità dei fluidi in genere (i liquidi in particolare), di riuscire a penetrare naturalmente per adesione dentro lo spazio tra due superfici molto vicine di una cavità. Grazie all'impiego di sostanze organiche, che penetreranno all'interno del manufatto, si potranno ristabilire o migliorare sia le proprietà fisiche (riduzione della porosità e aumento della coesione) sia meccaniche (incremento della resistenza a compressione) dei materiali trattati. Il consolidante entrerà all'interno del manufatto, in una prima fase, per capillarità e solo in un secondo tempo si distribuirà per diffusione; al fine di permettere questa seconda fase che, sovente, si sviluppa molto lentamente è opportuno che il prodotto scelto non polimerizzi troppo velocemente così da poter riuscire a diffondersi in maniera uniforme nel manufatto. I parametri da valutare prima di iniziare la procedura sono:

- viscosità del fluido consolidante;
- diametro dei pori e dei capillari e loro distribuzione all'interno dell'elemento da trattare;
- bagnabilità del materiale.

La procedura d'intervento varierà in ragione del consolidante indicato dagli elaborati di progetto (silicato di etile, resine acriliche in dispersione o in soluzione, fluoroelastomeri ecc.) in ogni caso saranno necessarie alcune operazioni preliminari comuni a tutti i trattamenti. Prima di iniziare il trattamento sarà opportuno eseguire delle campionature al fine di valutare la quantità di consolidante (percentuale di diluizione e scelta del solvente), la riuscita della procedura e la reale penetrazione di impregnazione; inoltre dovranno essere predisposte opportune protezioni sulle superfici limitrofe a quelle da consolidare in modo da evitare che queste vengano a contatto con il prodotto consolidante.

Qualsiasi trattamento consolidante prescelto dovrà essere applicato su superficie perfettamente pulita e sgrassata (in modo da evitare che depositi superficiali impediscano la penetrazione) così come, in presenza di scaglie in fase di distacco o superfici particolarmente decoese, sarà indispensabile effettuare un preconsolidamento al fine di evitare che l'eventuale passaggio ripetuto del pennello possa rimuovere tali frammenti.

La procedura di consolidamento per impregnazione dovrà essere ripetuta più volte (in genere non più di 5 passaggi) fino ad ottenere la saturazione dell'elemento (fino "a rifiuto") in ragione sia del fluido prescelto sia, soprattutto, della porosità del materiale oggetto di intervento. La scarsa penetrabilità dei materiali poco porosi dovrà essere ovviata con passaggi alternati di soluzione diluita e nebulizzazione di solvente puro (in tal modo si faciliterà l'ingresso della soluzione consolidante e, nello stesso tempo, si ridurrà al minimo l'effetto bagnato) oppure ricorrendo all'impiego di soluzioni particolarmente diluite, aumentando gradualmente la concentrazione nelle ultime mani. La procedura dovrà, comunque, essere operata per zone limitate e non simultaneamente su tutta la superficie al fine di agevolare la fuoriuscita dell'aria dall'interno dei fori e dalle discontinuità presenti nel manufatto così da migliorare la penetrazione e la distribuzione interna del consolidante.

Specifiche sui materiali

Tra i materiali consolidanti utilizzabili con questa tecnica il silicato di etile (si veda l'articolo specifico), le resine acriliche (in emulsione o in soluzione), le resine acrilico-siliconiche, le emulsioni acquose di silicato di potassio e i silossani oligomerici in solventi organici sono i prodotti più versatili e di conseguenza più comunemente utilizzabili. La scelta, in ogni caso, dovrà essere fatta in ragione delle problematiche e del materiale riscontrato.

I prodotti impregnanti da impiegarsi per il consolidamento e/o la protezione dei manufatti architettonici od archeologici, salvo eventuali prescrizioni o specifiche inerenti il loro utilizzo, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in situ o in laboratorio:

- a) elevata capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante;
- b) resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali;
- c) spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto di intervento senza dar vita a sottoprodotti di reazione pericolosi (quali ad es. sali superficiali);
- d) capacità di fare traspirare il materiale così da conservare la diffusione del vapore;
- e) penetrazione in profondità così da evitare la formazione di pellicole in superficie;

- f) “pot-life” sufficientemente lungo tanto da consentire l’indurimento solo ad impregnazione completata;
- g) perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- h) spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto;
- i) presentare un coefficiente di dilatazione termica simile a quello del materiale da consolidare al fine di evitare fenomeni di fessurazione che costituirebbero vie preferenziali per l’ingresso dell’acqua e di possibili distacchi.

Consolidamento mediante impregnazione a pennello, tampone o rullo

Di norma è la tecnica più usuale per eseguire il consolidamento per impregnazione; ci si servirà di pennelli a setola morbida di medie dimensioni, rulli, o tamponi (in questo caso gli stracci o i tamponi saturi di prodotto dovranno essere mantenuti in contatto prolungato al fine di assicurare l’assorbimento nella superficie). L’applicazione dovrà procedere dall’alto verso il basso per settori omogenei con uso di addetti in numero appropriato alla natura e alla tipologia del manufatto; tra una mano e l’altra il prodotto non dovrà essere lasciato asciugare. Sarà opportuno che gli attrezzi (pennelli, rulli o tamponi) siano sempre ben puliti (sarà, pertanto, consigliabile lavarli spesso) e il consolidante non sia “contaminato” d’eventuali residui rimasti sul pennello o rullo da trattamenti operati su aree limitrofe. Nel caso di consolidamenti di superfici lapidee particolarmente disgregate ed esfoliate (specialmente su pietre arenarie come ad es. pietra serena, pietra forte ecc.) o pellicole pittoriche in fase di distacco, l’impregnazione risulterà più efficace se eseguita “attraverso” una velatura provvisoria della zona da trattare utilizzando fogli di carta giapponese, precedentemente fissata con resina acrilica in soluzione (ad es. al 10-20% p/v, in solvente volatile come acetone o diluente nitro).

Consolidamento mediante impregnazione a spruzzo

Questa tecnica di norma verrà eseguita con l’utilizzo di specifiche apparecchiature in grado di nebulizzare il liquido messo in pressione da una pompa oleo-pneumatica (massimo 0,5 bar) o più semplicemente a mano; questo trattamento potrà essere migliorato realizzando intorno alla parte da trattare uno spazio chiuso mediante fogli di polietilene resistente ai solventi e continuando la nebulizzazione anche per giorni. La sola applicazione a spruzzo sarà sufficiente se il materiale risulterà essere poco poroso ed il degrado interesserà uno spessore di pochi millimetri (degrado corticale); nel caso di interventi su lapidei porosi, dove si renderà necessaria una penetrazione maggiore, sarà preferibile utilizzare pennelli o applicazioni per percolazione (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici). In zone particolarmente degradate o su pellicole pittoriche in fase di distacco sarà necessario, dopo un primo trattamento a spruzzo, applicare (mediante emulsione acquosa di alcool polivinilico o resina acrilica in soluzione al 20% in diluente nitro) dei fogli di carta giapponese: a superficie asciutta si applicherà una nuova mano di consolidamento a pennello morbido. Dopo che il solvente sarà totalmente evaporato si rimuoveranno i fogli mediante tampone inumidito con acqua.

L’interfaccia da trattare dovrà essere pulita e ben asciutta al fine di assicurare l’assenza di reazioni secondarie e buona penetrazione del prodotto. La nebulizzazione consolidante (□ area coperta dal getto 25-30 cm) sul manufatto dovrà essere ripetuta più volte (senza lasciare asciugare il prodotto fra una ripresa e l’altra) fino a completa saturazione del manufatto, distribuita uniformemente per

aree omogenee partendo dalle parti più elevate per poi scendere a quelle più basse; contemporaneamente si dovrà aver cura di rimuovere eventuali sbavature od eccessi di consolidante mediante tampone imbevuto di solvente od acqua a seconda del prodotto utilizzato. Questo metodo risulterà idoneo solo in condizioni favorevoli di temperatura (+10 °C +25 °C) con prodotti (ad es. silicato di etile) in diluizione molto alta al fine di migliorare l'assorbimento. Per migliorare la penetrazione del consolidante dato a spruzzo si potrà ricorrere all'applicazione, da effettuarsi posteriormente al trattamento, di almeno tre mani di solvente puro.

Consolidamento mediante impregnazione a tasca o ad impacco

La procedura rientrerà in quelle "a contatto diretto" e si baserà sul principio della capillarità. Questo metodo verrà utilizzato per l'impregnazione di particolari come decori, cornici, capitelli lavorati ecc. particolarmente degradati che presenteranno la necessità di essere tenuti a contatto, per un determinato periodo, con la sostanza consolidante. I fattori che regolano il processo sono la tensione superficiale, la viscosità del prodotto e la bagnabilità del materiale da trattare. La procedura prevedrà la messa in opera, intorno alla zona da trattare, di una tasca chiusa con particolari guarnizioni in poliuretano, così da renderla stagna; nella parte inferiore verrà posizionata una piccola "gronda impermeabilizzata" allo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso. La zona da consolidare verrà ricoperta da strati di materiale bagnante (ad es. cotone idrofilo, carta giapponese ecc.) che verranno alimentati, dall'alto e molto lentamente, dalla soluzione consolidante e coperti da teli di polietilene, allo scopo di ridurre l'eventuale troppo rapida evaporazione del solvente. L'operazione di distribuzione dovrà essere interrotta quando la quantità di prodotto immesso dall'alto sarà uguale a quella del prodotto recuperato dal basso. Il distributore potrà essere costituito da un tubo o da un canaletto munito di tanti piccoli fori o da una serie di spruzzatori che creeranno il fronte di consolidante discendente. L'eccesso di prodotto sarà raccolto nella grondaia, e rimesso in circolo; per la buona riuscita di questo metodo sarà necessario assicurarsi che il materiale assorbente sia sempre perfettamente in contatto con la superficie interessata. Ad assorbimento avvenuto (in genere 8-10 ore) le tasche saranno rimosse e il manufatto dovrà essere ricoperto con cellofan al fine di isolarlo dall'atmosfera per almeno 10-12 giorni. Dal momento che aumentando la superficie da trattare aumenterà anche la quantità di consolidante e di conseguenza il peso, sarà opportuno, onde evitare costose operazioni di presidio, procedere per settori di dimensioni limitate, migliorando in questo modo il controllo della procedura.

Consolidamento mediante impregnazione a percolazione

Metodo "a contatto diretto" molto simile a quello a tasca, ma più semplice: un distributore, collocato nella parte superiore della superficie da trattare, erogherà il prodotto per gravità impregnando la superficie da trattare per capillarità. La quantità del trattamento in uscita dall'impianto dovrà essere calibrata dalla valvola di Offman localizzata nella parte terminale del tubo di distribuzione (seguendo le indicazioni di progetto) in modo tale da assicurare un lento e continuo assorbimento evitando eccessi di formulato tali da coinvolgere aree non interessate. Anche in questo caso il distributore potrà essere costituito da un tubicino in plastica o da un canaletto forato munito, nella parte inferiore, di un pettine, tamponi di cotone o di una serie di pennellesse con funzione di distributore.

L'eccesso di prodotto sarà raccolto in una sorta di grondaia e rimesso in circolo; a trattamento terminato dovranno essere eliminati gli eccessi di consolidante utilizzando un idoneo solvente o, nel

caso in cui il progetto preveda l'utilizzo d'emulsioni acquose, la superficie dovrà essere lavata con spugne assorbenti ed acqua deionizzata. Questa operazione si renderà sempre necessaria al fine di evitare la formazione di patine superficiali che potrebbero ridurre la permeabilità al vapore del manufatto e conferire, all'interfaccia un effetto perlante innaturale (effetto bagnato) e/o il generarsi di locali sbiancamenti.

I tempi d'impregnazione varieranno secondo le dimensioni e il materiale del manufatto; al fine di accelerare tale processo si potrà ricorrere a trattare preventivamente il supporto con nebulizzazione di solvente puro (così che possa penetrare con facilità sfruttando la bassa viscosità) e, solo in seguito, applicare il fluido consolidante che, trovando una via di accesso più agevole, potrà distribuirsi in modo più diffuso.

Consolidamento (riaggregazione) mediante silicato di etile

Un buon consolidante per laterizi decoesi o pietre arenarie e silatiche, da applicare su superfici assolutamente asciutte, è il silicato di etile composto da esteri etilici dell'acido silicico: monocomponente fluido, incolore, a bassa viscosità, si applicherà in solvente organico (ad es. metil etil chetone), in percentuali (in peso) comprese fra 60% e 80%. Al fine di stabilire la quantità di prodotto da utilizzare si renderanno necessari piccoli test da eseguirsi su superfici campione; questi test serviranno, inoltre, da spia per determinare l'eventuale alterazione dell'opacità della pietra e della sua tonalità durante e subito dopo il trattamento. In linea generale si potrà utilizzare una quantità pari a 500-600 g/m² per il consolidamento di apparecchi in cotto e 300-400 g/m² per superfici intonacate con malta di calce.

Il silicato di etile, precipitando a seguito di una reazione spontanea con l'umidità atmosferica, libererà, come sottoprodotto, alcool etilico che evaporerà con i solventi impiegati nella soluzione, pertanto l'uso di questo consolidante, presenterà il vantaggio di far sì che, nella pietra trattata, oltre all'acido silicico non rimangano altre sostanze che potrebbero in qualche forma (ad esempio efflorescenze) danneggiare l'aspetto e soprattutto le caratteristiche del materiale lapideo consolidato; la reazione si completerà nell'arco di 2 o 3 settimane in ragione delle condizioni atmosferiche, della porosità del materiale, della sua natura e struttura chimica ecc. Il trattamento potrà essere eseguito a pennello, a spruzzo mediante irroratori a bassa pressione (massimo 0,5 bar), per percolazione, a tampone mediante spugne (nel caso di manufatti modellati tipo le volute dei capitelli) o per immersione (esclusivamente per piccoli manufatti mobili); la superficie da trattare andrà completamente saturata "sino a rifiuto", evitando però eventuali accumuli di prodotto sulla superficie; nel caso in cui dopo il trattamento il supporto rimanesse bagnato o si presentassero raccolte in insenature si dovrà procedere a rimuovere l'eccedenza con l'ausilio di tamponi asciutti o inumiditi con acetone o diluente nitro. Solitamente sarà sufficiente un solo ciclo di applicazione, ma se sarà necessario e solo dietro specifica autorizzazione della D.L., sarà possibile ripetere il trattamento dopo 2 o 3 settimane.

Questo tipo di consolidante si rivelerà molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non verrà alterato dai raggi ultravioletti e presenterà il vantaggio di possedere un elevato potere legante (dovuto alla formazione di silice amorfa idrata) soprattutto nei confronti di materiali lapidei naturali contenenti silice anche in tracce, quali arenarie, tufi, trachiti, ma anche su altri materiali artificiali quali mattoni in laterizio, terracotte, intonaci, stucchi; risultati positivi potranno essere ottenuti anche su materiali calcarei (ad es. pietra leccese, pietra di Vicenza ecc.). Tale prodotto non risulta idoneo per il trattamento consolidante di superfici in gesso o di pietre gessose.

La natura chimica dei silicati sarà tale per cui potranno esercitare soltanto un'azione consolidante, ma non avranno alcun effetto protettivo nei riguardi dell'acqua, pertanto, al trattamento di superfici esterne con un silicato, generalmente, si dovrà far seguire l'applicazione di una sostanza idrorepellente, salvaguardando le caratteristiche di traspirabilità e di permeabilità al vapore acqueo dei materiali lapidei, garantendo la conservazione nel tempo, nel rispetto della loro fisicità (per maggiori dettagli sulle procedure di protezione si rimanda agli articoli specifici).

Avvertenze

Si rivelerà di fondamentale importanza non esporre le superfici da trattare all'irraggiamento del sole né procedere all'applicazione su superfici riscaldate dai raggi solari; sarà pertanto cura degli operatori proteggere le superfici mediante opportune tende parasole; l'impregnazione con silicato di etile sarà, inoltre, da evitare (se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto) nel caso in cui il materiale da trattare non sia assorbente, in presenza di temperatura troppo alta ($>25\text{ }^{\circ}\text{C}$) o troppo bassa ($< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), con U.R. non superiore al 70% o se il manufatto trattato risulti esposto a pioggia nelle quattro settimane successive al trattamento; pertanto in caso di intervento su superfici esterne, si renderà necessaria la messa in opera di appropriate barriere protettive.

Indicativamente per una soluzione contenente il 60% in peso di estere etilico dell'acido silicico su supporti in medio stato di conservazione si potranno effettuare i seguenti consumi al metro quadrato: intonaco da 0,3 a 0,5 l/m²; pietre porose e tufi da 0,5 a 2,5 l/m²; laterizi da 0,6 a 3,0 l/m²; pietre arenarie da 0,8 a 3,5 l/m².

Sigillatura materiali lapidei (mediante resine sintetiche)

La procedura prevedrà l'esecuzione di stuccature delle soluzioni di continuità mediante intasamento eseguito con iniezione, colatura o spatola in profondità di miscela adesiva costituita da polimeri sintetici acrilici in soluzione, o in emulsione, caricata con carbonato di calcio o polvere di pietra macinata (in alternativa si potranno utilizzare polveri di cocciopesto o cariche pozzolaniche); le resine acriliche non potranno, causa la loro natura termoplastica, essere impiegate come adesivi strutturali, pertanto se si rendesse necessario effettuare una sigillatura con tale caratteristica sarà opportuno ricorrere ad un adesivo epossidico bicomponente (componente A = resina, componente B = indurente; i più utilizzati sono indurenti che reagiscono a temperatura ambiente come gli amminici o ammidici, il rapporto tra A e B sarà variabile da 1:1 a 1:4) esente da solventi, dietro specifica indicazione di progetto, il composto potrà essere caricato con sabbia silicea (granulometria massima 0,3 mm), filler, quarzo. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso d'umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. Normalmente il composto di resina epossidica verrà preparato a piè d'opera e, a seconda del tipo di impasto (fluidico, colabile, tissotropico), in relazione alle necessità di progetto, potrà essere applicato a pennello con setole rigide, con iniettori, o con spatole, in ogni caso sotto scrupoloso controllo dal momento che presenta, generalmente, un limitato tempo pot-life. Nel caso in cui si prevedrà, invece, l'utilizzo di composti a base di resina acrilica, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, si utilizzerà lattice acrilico aggiungendo al lattice non diluito una quantità adeguata di carbonato di calcio sino a rendere la maltina estraibile.

La procedura prevedrà, dopo le opportune operazioni preliminari di pulitura, eventuale preconsolidamento di parti particolarmente decoese o distaccate, la predisposizione di opportune protezioni (ad es. delimitazione con nastro di carta) sulle superfici limitrofe a quelle da consolidare, in modo da evitare che queste vengano a contatto con il prodotto consolidante e l'esecuzione d'idonee campionature al fine di valutare la quantità e la tipologia del consolidante. Eseguite tutte queste operazioni si potrà procedere alla sigillatura in profondità delle soluzioni di discontinuità mediante l'utilizzo di siringhe o piccole spatole secondo le dimensioni delle fessurazioni da sigillare e le specifiche di progetto, in ogni caso la resina dovrà penetrare fino a rifiuto nel vuoto da colmare tra le facce e tra i frammenti destinati a combaciare nella nuova unione. Durante la procedura sarà opportuno che siano controllate eventuali vie di fuga che potrebbero far percolare il materiale intromesso (specialmente se verrà fatto uso di resine epossidiche), in tal caso si renderà necessaria l'immediata rimozione con spugne o tamponi umidi se si utilizzeranno maltine a legante acrilico, con acqua e detergenti idonei (ovvero seguendo scrupolosamente le indicazioni del produttore della resina) se invece si utilizzeranno adesivi epossidici. Una volta che sarà verificato "l'intasamento" della fessurazione si potrà passare alla realizzazione di stuccature di superficie, costituite da malte a base di leganti idraulici naturali a basso contenuto di sali, sabbie silicee vagliate e lavate (granulometria 0-1,2 mm), eventuali additivi polimerici, terre colorate o pietre macinate, in ogni caso eseguite seguendo la procedura descritta nell'articolo sulle stuccature di materiali lapidei.

In alternativa si potranno effettuare delle stuccature invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da copolimeri fluorurati ovvero legante incolore elastomerico per stuccature e polvere della stessa pietra, utili anche a coprire micro lesioni o fori di trapani (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto nell'articolo sul fissaggio e riadesione d'elementi sconnessi e distaccati).

Avvertenze

Il rapporto di miscelazione tra resina ed indurente andrà accuratamente rispettato, gli errori di dosaggio tollerabili non dovranno essere superiori al $\pm 5\%$. La miscelazione dei componenti andrà eseguita preferibilmente con miscelatore meccanico e andrà prolungata fino a che non si sarà certi di aver ottenuto una perfetta omogeneità.

Specifiche sui materiali

Le resine epossidiche, prodotti termoidurenti (molecole tridimensionali) sono ottenute dalla formazione di catene con due tipi di molecole con un gamma illimitata di variazioni possibili (questa caratteristica fa sì che non esista un solo tipo di resina epossidica, ma svariati formulati epossidici che cambiano di volta in volta le proprie caratteristiche a seconda sia del rapporto resina-indurente sia degli eventuali additivi plastificanti, fluidificanti, acceleranti ecc.) e presentano il vantaggio di poliaddizionarsi senza produrre sottoprodotti che porterebbero ad un aumento di volume. Si distinguono dalle resine acriliche per l'elevato potere collante che ne giustifica l'uso come adesivo strutturale; presentano una buona resistenza chimica (soprattutto agli alcali), resistono molto bene all'acqua ed ai solventi organici. I maggiori pregi delle resine epossidiche risiedono nelle loro elevate proprietà meccaniche (resistenze a compressione, a trazione, a flessione), nella perfetta adesione al supporto e nel ritiro molto limitato durante l'invecchiamento; gli svantaggi sono riconducibili alla difficoltà di penetrazione (dovuta all'elevata viscosità), alla bassa resistenza al calore ed ai raggi ultravioletti (con i conseguenti fenomeni d'ingiallimenti e sfarinamento superficiale).

Per le resine acriliche si rimanda alle specifiche dell'articolo sul consolidamento mediante impregnazione.

Per i copolimeri fluorurati si rimanda alle specifiche dell'articolo sul fissaggio e riadesione di elementi sconnessi.

Riadesione di distacchi mediante iniezioni con miscele leganti

La procedura sarà eseguita al fine di consolidare strati di intonaco, anche affrescato, distaccato dal supporto, così da risarcire le eventuali lesioni e riempire le sacche perimetrali presenti tra il substrato e l'apparecchio retrostante. Prima di procedere al consolidamento vero e proprio sarà necessario effettuare delle operazioni di "saggiatura" preventiva eseguite mediante leggera, ma accurata battitura manuale (tramite martelletto di gomma o semplicemente con le nocche della mano) sulla muratura, al fine di individuare con precisione sia le zone compatte sia delimitare (ad es. con un segno tratteggiato a gesso) il perimetro di quelle in fase di distacco (zone gonfiate e formanti "sacche"). In alternativa potranno essere individuate le zone di distacco mediante indagine termografica od altra indagine non distruttiva specificata dagli elaborati di progetto.

In assenza di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate attraverso le quali operare l'iniezione, si eseguiranno delle perforazioni, tramite piccolo trapano a mano (se le condizioni di conservazione del materiale lo consentono si potrà usare trapano elettrico) ad esclusiva rotazione con una punta di circa 2-4 mm (in caso di microconsolidamento si potrà ricorrere all'utilizzo di punteruoli), rade nelle zone ben incollate e più ravvicinate in quelle distaccate; il numero dei fori sarà proporzionato all'entità del distacco ed indicato negli elaborati di progetto (in assenza di indicazioni si potrà operare in ragione di 8-10 fori per m²); in genere la distanza tra loro sarà di circa 40-60 cm, mentre la loro localizzazione sarà tale da favorire il percolamento della miscela da iniettare, pertanto sarà necessario iniziare la lavorazione a partire dalla quota più elevata. In caso di distacco d'estensione limitata si potrà procedere all'esecuzione di un unico foro ed eventualmente, di un secondo se necessario per la fuoriuscita dell'aria dalla sacca di distacco durante l'immissione del consolidante.

Dopo aver eseguito le perforazioni si renderà necessario aspirare, attraverso una pera di gomma, gli eventuali detriti della foratura, le polveri e quanto altro possa ostacolare la corretta immissione e percolazione della miscela. In seguito si eseguirà una prima iniezione di acqua deionizzata ed alcool (5:1 in volume) con lo scopo di creare dei canali nella parte retrostante e di verificare allo stesso tempo l'eventuale esistenza di lesioni o fori da dove la miscela consolidante potrebbe fuoriuscire; in presenza di queste fessure si procederà alla loro puntuale stuccatura (che verrà rimossa a presa avvenuta) tramite malta "magra", a bassa resistenza meccanica di ancoraggio al supporto, cotone idrofilo, lattice di gomma, argilla ecc.

In presenza di forti distacchi e di supporti in buono stato di conservazione, si potranno inserire nel foro piccole guarnizioni in gomma a perfetta tenuta opportunamente sigillate per impedire la fuoriuscita del prodotto.

Risultati soddisfacenti potranno essere raggiunti con miscele formate da 2 parti di calce aerea naturale a basso peso specifico e 1 parte di metacaolino pozzolanico o cocciopesto superventilato e lavato (rapporto 1:1) con l'aggiunta di una minima parte di resina acrilica in emulsione al 10% in acqua (con funzione di fluidificante). In alternativa si potrà ricorrere ad una miscela formata da 1 parte di grassello di calce (sostituibile parzialmente o totalmente con calce idraulica naturale NHL 2) e 1 parte di carbonato di calcio (granulometria 0,02-0,06 mm); la miscela sarà diluita con percentuali del 5-10% di resina acrilica (con funzione di colloide protettore oltretutto tenderà a trattenere l'acqua così da non far "bruciare" prematuramente la miscela iniettata) ed eventualmente

additivata con gluconato di sodio (con funzione di fluidificante); nei casi di distacchi consistenti, con una parte di cocchiopesto vagliato e lavato o in alternativa pozzolana (granulometria massima 0,5 mm).

Per distacchi di lieve entità, fra strato e strato, con soluzioni di continuità dell'ordine di 0,5 mm, non essendo possibile iniettare miscele idrauliche si rileverà utile una micro-iniezione di 1 parte di resina acrilica in emulsione acquosa in concentrazione variabile (comunque compresa tra l'8% e il 10%), caricata con 0,5-1 parte di carbonato di calcio o polvere di pomice (granulometria tra 0,02 mm e 0,06 mm) per rendere il composto più granuloso e facilitare l'aggrappaggio dello stesso al supporto da consolidare.

Un altro composto, utilizzabile in ambienti interni e per piccole cavità (spessore non superiore a 4-5 mm), sarà il caseato di calcio, ottenuto mescolando caseina lattica e grassello di calce; esistono due tipi di "ricette": la prima (alla fiorentina) si comporrà di 1 parte di caseina, 4 parti di grassello di calce, 0,4 parti di resina acrilica in emulsione; la seconda (alla romana) sarà costituita da 1 parte di caseina (gonfiata nell'acqua), 9 parti di grassello di calce, 1/5 parte di dispersione acrilica (allo scopo di elasticizzare l'adesivo); questo composto presenterà sia ottime proprietà collanti sia ottima stabilità nel tempo, ma avrà l'inconveniente di avere tempi d'incollaggio molto lenti. Il caseato di calcio, dopo la presa, sarà fragile a trazione e resterà permeabile al vapore acqueo, per questo potrà essere indicato utilizzarlo in ambienti asciutti.

Previa umidificazione del foro e della zona circostante con acqua pulita, si eseguiranno le iniezioni con una normale siringa di plastica (da 10 cc o 60 cc) procedendo attraverso i fori posti nella parte più bassa, per poi avanzare, una volta che la miscela sarà fuoriuscita dai fori limitrofi, verso quelli situati in alto (questo per evitare sia che squilibri di peso possano alterare l'eventuale precario equilibrio della struttura sia per favorire la distribuzione uniforme del consolidante); nel caso in cui la miscela non dovesse penetrare in profondità si passerà al foro successivo. Ad infiltrazione del formulato avvenuta, passati circa 30-35 minuti, si procederà con il consolidamento di un'altra area di distacco.

Le iniezioni verranno eseguite o tramite la punta dell'ago metallico (per fori ed aree di modeste dimensioni od in presenza di intonaci particolarmente degradati), o direttamente dal beccuccio della siringa nel foro di accesso attraverso una cannula precedentemente posizionata (in caso di sacche di maggiori dimensione ed estensione), controllando e graduando la compressione dello stantuffo. Le miscele dovranno essere iniettate a bassa pressione poiché le tensioni prodotte dal fluido sotto pressione, alterando l'equilibrio del manufatto, potrebbero causare pericolosi fenomeni di precarietà statica. Nel corso dell'operazione occorrerà stare attenti che il colante non fuoriesca da fori o linee di fratture limitrofe sulla superficie sottostante, nel caso questo succedesse si procederà all'immediata pulizia tramite spugnette ad alto potere assorbente (ad es. ritagli di gommapiuma o spugnette tipo Blitz Fix). In caso di iniezione per mezzo di ago metallico sarà consigliabile tamponare il punto di innesto dell'ago con un batuffolo di cotone imbevuto di acqua distillata al fine sia di favorire la riadesione del supporto sia in modo da asportare l'eventuale prodotto in eccesso fuoriuscito dai fori. Per la riadesione di elevate superfici d'intonaco potrà rivelarsi utile una compressione della superficie in questione tramite una pressione regolare ed uniforme, sia durante il periodo di iniezione del consolidante, sia durante la presa; tale pressione potrà essere eseguita, a seconda dei casi, per mezzo di mani, molle, martinetti a vite montati sull'impalcatura, tavolette di legno rivestite di feltro o carta per una durata variabile da qualche decina di minuti a 12-14 ore in ragione del tipo e della quantità di prodotto immesso.

Previo indurimento del consolidante (minimo 7 giorni) si rimuoveranno manualmente le stuccature provvisorie e le eventuali cannule in gomma e si sigilleranno i fori con stucco costituito da grassello di calce e polveri di marmo (per maggiori dettagli sulla stuccatura si rimanda alla procedura specifica). Il collaudo si effettuerà mediante le stesse tecniche non distruttive utilizzate per individuare le zone di intervento.

Specifiche sui materiali

L'iniezione della sola emulsione acrilica dovrà essere evitata (se non dietro specifica indicazione di progetto) in quanto potrebbe dar vita ad un corpo di plastica che riempirebbe la sacca ma non farebbe aderire le facce distaccate.

Anche l'iniezione di calci idrauliche potrà avere degli inconvenienti in quanto il calcio idrato potrebbe non carbonatare all'interno della muratura e migrare dentro di essa (a causa della sua parziale solubilità in acqua) provocando efflorescenze di calcio carbonato in superficie o, in presenza di solfati e alluminati, potrebbe reagire dando vita a subefflorescenze quali thaumasite o ettringite.

Specifiche sui materiali premiscelati

La malta premiscelata per iniezione di consolidamento e riadesione di intonaci dovrà presentare un'ottima penetrabilità nelle murature senza aver bisogno della preliminare bagnatura dei supporti. L'impasto dovrà essere composto da calce idraulica naturale, chimicamente stabile e a bassissimo contenuto di sali solubili, inerti silicei (o in alternativa carbonato di calcio scelto e micronizzato), pozzolana superventilata (o in alternativa polvere di cocchiopesto o metacaolino) e idonei additivi fluidificanti, ritentivi ed areanti. Dopo aver impastato energicamente per qualche minuto il premiscelato con acqua demineralizzata sarà consigliabile filtrare la boiaccia ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe con aghi di tipo veterinario (diametro di uscita superiore ai 2 mm). Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,02 kg/dm³, lavorabilità 2 h, bleeding assente, aderenza 0,8 N/mm², inizio presa a +20 °C 24 h, fine presa a +20 °C 48 h, resistenza a compressione a 28 giorni 6 N/mm², resistenza a flessione a 28 giorni 2 N/mm², modulo elastico 5000 N/mm², ritiro 0,7-1,8 mm, ritenzione acqua superiore all'80%, permeabilità al vapore 6 µ.

Art. 86 - PROTEZIONI

Premessa metodologica

Gli interventi di protezione devono assolvere principalmente il ruolo di salvaguardare il materiale dall'aggressione degli agenti naturali esterni (infiltrazioni d'acqua, depositi superficiali di sostanze nocive ecc.) e/o di natura antropica, ricorrendo all'uso di tecniche consone ad ogni caso specifico. Eseguite generalmente a compimento dell'intervento conservativo, le protezioni possono essere concepite sia come veri e propri presidi (schermi, tettoie, barriere ecc.) inseriti con l'intento di ostacolare l'innescarsi di patologie degenerative, proteggendo il manufatto in modo da ovviare direttamente alle cause di degrado, sia come applicazioni superficiali di materiali sacrificali, compatibili con la preesistenza, deteriorabili nel tempo.

Lo scopo di entrambe le risoluzioni è quello di difendere i materiali da diversi fattori, in molti casi concomitanti, come l'attacco fisico-chimico operato dagli agenti atmosferici e dalle sostanze nocive

veicolate da questi, dalle azioni di organismi vegetali e animali, dai raggi ultravioletti, aerosol marini ecc. Fondamentalmente lo scopo principale richiesto alle operazioni di protezione è quello di impedire il passaggio dell'acqua all'interno del materiale e, allo stesso tempo, ostacolare l'aggressione degli inquinanti atmosferici; per fronteggiare entrambi i fattori i prodotti utilizzati devono presentare i requisiti di idrorepellenza, reversibilità, traspirabilità, assenza di sottoprodotti dannosi e stabilità alle radiazioni UV. L'idrorepellenza è determinante al fine di evitare i degradi connessi alla penetrazione dell'acqua come i fenomeni ciclici di gelo e disgelo, la cristallizzazione dei sali solubili (efflorescenze saline, subefflorescenze ecc.) e la veicolazione di sostanze nocive; la reversibilità deve essere concepita come la possibilità di poter rimuovere il prodotto (applicato superficialmente) in caso si dovessero verificare, nel tempo, indesiderati e nocivi effetti collaterali ("effetto bagnato" ovvero un'alterazione cromatica dell'aspetto originale); la traspirabilità è altrettanto incisiva per la riuscita dell'operazione, poiché il protettivo applicato non deve ostacolare il passaggio del vapore acqueo presente nei muri ma deve consentirne il regolare deflusso, così da mantenere costanti i valori igrometrici delle strutture evitando pericolosi ristagni interni d'acqua. I prodotti adatti ad assolvere queste funzioni devono presentare, necessariamente, una buona compatibilità materica con il supporto così da avere comportamenti fisico-chimici simili mentre, per quanto concerne l'impatto visivo, le protezioni possono essere concepite sia come apporti totalmente trasparenti e neutri tali da consentire la totale leggibilità del supporto (sostanze principalmente di natura organica o a base di silicio) sia, come degli strati la cui funzione di protezione, (scialbature, velature, sagramature, ecc.) nasconderà in parte la superficie muraria. La scelta di una delle due soluzioni a discapito dell'altra è strettamente connessa alla metodologia d'intervento scelta a discrezione del tecnico. Le superfici lapidee, inoltre, possono essere trattate con sostanze chimiche analoghe a quelle impiegate per il consolidamento, stese a formare una barriera superficiale trasparente ed idrorepellente capace di impedire o limitare considerevolmente il contatto con sostanze patogene esterne, ma al contempo di non eliminare la traspirabilità e la permeabilità al vapore acqueo.

Nel caso di preesistenti trattamenti protettivi coprenti si potrà decidere o di ripristinarli nelle parti dove sono venuti a mancare, così come in origine (diversificando, se ritenuto opportuno, il nuovo dal vecchio) o lasciare l'apparecchio a vista, accettandone il mutamento come fattore essenziale dell'aspetto della struttura, e proteggerlo ricorrendo a trattamenti neutri.

Generalmente le protezioni hanno una durata limitata nel tempo; risultano efficaci per un periodo che va dai 5 ai 10 anni dopodiché vengono a mancare le caratteristiche di idrorepellenza, per questo si rende necessario la messa in opera, previa la totale asportazione dei residui rimasti sulla superficie, di un nuovo intervento protettivo. Per questo motivo, l'applicazione programmata nel tempo dei cicli protettivi deve essere inserita nei programmi di manutenzione periodica.

Operazioni di protezione dei materiali lapidei

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

Generalità

Considerato l'impatto e il ruolo attribuito ai protettivi la loro scelta dovrà essere operata sulla base dei risultati delle analisi di laboratorio realizzate su campioni di materiale; i provini dovranno essere preservati così da essere in grado di valutare l'effettiva efficacia e la durata nel tempo. Le

campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L. dovranno, necessariamente, essere catalogate ed etichettate; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzato, le modalità ed i tempi di applicazione.

La durata e l'inalterabilità del prodotto dipenderanno, principalmente, dalla stabilità chimica e dal comportamento in rapporto alle condizioni igrotermiche e all'azione dei raggi ultravioletti. L'alterazione dei composti, oltre ad essere determinante sulle prestazioni, potrà portare alla composizione di sostanze secondarie, dannose o insolubili, che invalideranno la reversibilità del prodotto.

Applicazione di impregnante idrorepellente

La procedura dovrà essere eseguita alla fine del ciclo di interventi previsti e solo in caso di effettivo bisogno, su apparecchi murari e manufatti eccessivamente porosi esposti sia agli agenti atmosferici, sia all'aggressione di umidità da condensa o di microrganismi animali e vegetali.

L'applicazione si effettuerà irrorando le superfici dall'alto verso il basso, in maniera uniforme ed abbondante fino a completa saturazione del supporto. Le mani da applicare dipenderanno dalla capacità di assorbimento del supporto, in ogni caso non potranno essere inferiori a due passaggi (consumo variabile da 0,2 a 1 l/m²). L'intervallo di tempo tra le varie applicazioni potrà variare, fermo restando che la mano precedente sia stata completamente assorbita; di norma i prodotti saranno applicati:

- a spruzzo, tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido messo in pressione manualmente o da pompa oleo-pneumatica;
- a pennello morbido o rullo sino a rifiuto, utilizzando i prodotti in soluzione particolarmente diluita, aumentando gradualmente la concentrazione sino ad oltrepassare lo standard nelle ultime mani. Sarà utile alternare mani di soluzione delle resine (se in solvente) a mani di solo solvente per ridurre al minimo l'effetto bagnato (per maggiori dettagli sulle tecniche d'applicazione si rimanda a quanto detto nell'articolo sul consolidamento per impregnazione).

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto il trattamento protettivo dovrà essere applicato su supporti puliti, asciutti, privi d'umidità e di soluzioni di continuità (fessure superiori di 0,3 mm dovranno essere adeguatamente stuccate come da articoli specifici) a temperature non eccessivamente alte, intorno ai 20 °C (possibilmente su apparecchi murari non esposti ai raggi solari) al fine di evitare una brusca evaporazione dei solventi utilizzati. I prodotti utilizzabili, di norma, dovranno possedere un basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione; buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici; buona resistenza chimica in ambiente alcalino; assenza d'effetti collaterali e di formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali); perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori; traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%; dovranno risultare atossici.

Sarà sempre opportuno, a trattamento avvenuto, provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) mirato a valutare la riuscita dell'intervento, così da verificarne l'effettiva efficacia.

La pluralità del potere idrorepellente sarà direttamente proporzionale alla profondità di penetrazione all'interno dei materiali. Penetrazione e diffusione del fluido dipenderanno, quindi, dalla porosità del materiale, dalle dimensioni e dalla struttura molecolare della sostanza impregnante in relazione al corpo poroso (pesanti macromolecole ricche di legami incrociati non

attraverseranno corpi molto compatti e si depositeranno in superficie), dall'alcalinità del corpo poroso, dalla velocità e catalisi della reazione di condensazione (prodotti fortemente catalizzati possono reagire in superficie senza penetrare nel supporto).

Specifiche sui materiali

I protettivi più efficaci per materiali lapidei (naturali ed artificiali tipo intonaci e cotti) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici (resine fluorurate, acril-siliconiche e poliuretaniche) e dei composti a base di silicio; la scelta dovrà, necessariamente, essere operata in relazione alle problematiche riscontrate, così come la quantità ottimale di protettivo sarà determinabile in via sperimentale su superfici campione; orientativamente su intonaco di calce nuovo asciutto saranno sufficienti 100-140 g/m² di soluzione protettiva. Nel caso di manufatti lapidei ovvero intonaci a calce di particolare valore storico-artistico dovranno, necessariamente, essere seguite scrupolosamente le raccomandazioni NorMaL vigenti.

I prodotti utilizzabili per i trattamenti di protezione, di norma, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in situ o in laboratorio:

- a) basso peso molecolare ed elevato potere di penetrazione;
- b) buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici;
- c) buona resistenza chimica in ambiente alcalino;
- d) assenza di effetti collaterali e di formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali);
- e) perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori;
- f) traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%;
- g) non tossicità;
- h) reversibilità.

Normalmente un trattamento protettivo ha una durata massima di circa 5-6 anni, è, pertanto, consigliabile programmare una attenta manutenzione ordinaria ogni 4-5 anni.

Per le caratteristiche dei protettivi fluorurati così come per quelli a base di resine acril-siliconiche si rimanda alle specifiche dell'articolo inerente il consolidamento dello strato corticale mediante impregnazione.

Protezione di cornici ed elementi decorativi aggettanti

La protezione delle cornici e degli elementi decorativi aggettanti, al fine di ovviare all'infiltrazione delle acque meteoriche, potrà essere realizzata ricorrendo all'ausilio di elementi in metallo, comunemente denominati "scossaline", piegati e sagomati secondo le specifiche necessità. I materiali comunemente utilizzati sono: il piombo, il rame e la lamiera zincata. La procedura prevede la messa in opera, sull'elemento da proteggere, di una lastra (spessa circa 1,5 mm) più larga della superficie da coprire (almeno 10 cm per parte) tagliata e sagomata in opera. Nel caso in cui debbano essere protetti elementi aggettanti addossati alla muratura si procederà alla realizzazione di uno scasso (profondo non meno di 3 cm), lungo il profilo dell'oggetto, necessario per poter murare la lamina; lo scasso dovrà essere adeguatamente richiuso tramite accurata stuccatura rifinita a sguscio così da evitare gli inconvenienti legati al ristagno dell'acqua.

Dopo aver sagomato la lamina sulla superficie, si procederà ripiegando la parte eccedente del foglio di piombo sul bordo dell'oggetto (praticando dei tagli così da consentirne la piegatura) utilizzando, per questo, una tavoletta di legno appoggiata sul lembo piegato battendola, lievemente, con un'altra

tavoletta in modo da farla meglio aderire alla superficie. Il materiale in eccesso potrà essere tagliato utilizzando un ferro piegato ad L dotato di punta sull'estremità: il passaggio del ferro sull'estradosso dell'oggetto garantirà il taglio della lamina. Le sovrapposizioni delle parti ripiegate potranno essere fermate tramite graffette così da impedirne il movimento. Si procederà poi nella pulitura, mediante spazzola metallica, dei lembi da saldare così da renderli scabri; la superficie dovrà essere scaldata con un cannello a gas applicando contemporaneamente la stearina (in modo da garantire la perfetta adesione del metallo al riporto), infine si fonderà una barretta composta di una lega di stagno e piombo sul giunto da sigillare. La perfetta adesione e stabilità delle protezioni sommitali delle superfici aggettanti (specialmente se di considerevoli dimensioni) potrà essere ulteriormente garantita con la messa in opera di tasselli chiodati di cui si dovrà provvedere a proteggere la testa con un rettangolo di piombo saldato alla lastra principale in modo da ostruire i fori, evitando possibili infiltrazioni di acqua.

Coperture provvisorie - Protezione dei siti archeologici

La procedura prevede la messa in opera di particolari presidi di protezione al fine di salvaguardare i materiali e le strutture architettoniche dagli effetti delle condizioni patologiche generate da cause non direttamente affrontabili e risolvibili nell'ambito dell'intervento come, ad esempio, la presenza di sostanze inquinanti nell'atmosfera, le piogge acide, il ruscellamento delle acque piovane ecc. Nei siti di scavo archeologico o in presenza di manufatti ridotti allo stato di rudere risulterà essenziale la messa in opera di ripari, tettoie temporanee stagionali o fisse per evitare l'azione delle piogge e ridurre gli effetti delle variazioni termiche e del particolato atmosferico.

Nella scelta della tipologia di copertura da adottare si dovrà tenere conto della natura e dello stato di conservazione di ciò che necessita di protezione e delle effettive condizioni climatiche del luogo, evitando di utilizzare materiali che potrebbero innescare interazioni chimiche e fisiche con quanto è stato ritrovato; dovrà, inoltre, essere valutata la durata di esercizio del sistema di protezione poiché esiste una sostanziale differenza tra le coperture temporanee messe in opera in funzione degli interventi connessi con il cantiere archeologico (scavo, restauro ecc.) da quelle che dovranno poi permanere anche a lavori ultimati al fine di garantire una conservazione prolungata del sito.

Le coperture provvisorie comprenderanno: teli e strutture in elevazione.

I teli in nylon, polietilene (PE) o in fibre di polipropilene (PP) trasparenti, bianchi, neri, blu o verdi sono facili da applicare, offrono la possibilità di adattarsi a diverse situazioni; risultano essere impermeabili all'acqua e all'aria, sono capaci, inoltre, di fornire una buona resistenza all'azione meccanica di piogge molto forti. L'impermeabilità del materiale può essere la causa di pericolosi ristagni di acqua, causati da forti acquazzoni, nelle zone caratterizzate da superfici articolate; in questo caso la pressione del liquido solleciterà sia le strutture protette sia il telo che potrebbe strapparsi causando pericolose e inevitabili infiltrazioni. Per questo risulterà di basilare importanza la corretta messa in opera dei teli ed il loro periodico controllo dello stato di conservazione così da poter provvedere alla manutenzione o, se necessario, sostituzione.

In linea generale, se non diversamente specificato dalla D.L. o dalla D.S., si utilizzeranno teli in polietilene o in fibre di polipropilene di colore scuro, di medie dimensioni (2x2 m o 3x3 m) e solo per il tempo strettamente necessario a proteggere i reperti dalle precipitazioni o per impedirne l'asciugatura. L'uso di teli per proteggere aree direttamente esposte all'irraggiamento solare è sconsigliato, in particolare si dovrà escludere l'uso di teli trasparenti nel caso di reperti organici o dipinti murali a secco. Nel caso di utilizzo di teli per protezione di reperti inorganici sarà

conveniente apporli sollevati di qualche centimetro dalle strutture da proteggere poiché il mancato riciclo dell'aria potrebbe implicare la creazione di un microclima, tra telo e strutture, tale da favorire lo sviluppo di colonie batteriche e il lento disfacimento degli elementi che costituiscono i ritrovamenti. È opportuno, nel caso di permanenza prolungata dei teli sui reperti, effettuare un preventivo trattamento antibiotico per ovviare ad eventuali attacchi biologici e, quando possibile, interporre tra il telo in plastica e le strutture da proteggere un geotessuto.

In alternativa ai teli in polietilene potranno essere usati geotessuti e tessuto-non-tessuto ovvero teli in fibre saldate di poliestere o di polipropilene, permeabili, bianchi; se non diversamente specificato dalla D.L. o dalla D.S. si potranno impiegare come protezione a contatto temporaneo, dalle polveri, dai materiali di risulta ma anche dall'azione meccanica delle piogge e dall'eventuale calpestio. In linea generale si impiegheranno teli di dimensione non superiore a 4-5 m² adagiandoli sulle superfici dei manufatti in modo tale da seguirne i profili, non dovranno essere messi in tensione così da non danneggiare eventuali creste di muro decoese. In caso di pioggia dovranno necessariamente essere rimossi dal manufatto, prima del loro nuovo posizionamento dovranno essere fatti asciugare e spolverati; se le precipitazioni piovose diventano cospicue e frequenti dovranno essere coperti da teli in polietilene o in fibre di polipropilene. Anche per questo tipo di teli si renderà necessario il periodico controllo dello stato di conservazione così da poter provvedere alla manutenzione o, se necessario, sostituzione.

Le protezioni in elevazione saranno, in linea di massima, caratterizzate da una struttura portante verticale che sostiene una struttura di copertura (tettoia). La struttura di copertura, indipendentemente dalla tipologia prescelta (a capanna, a falda unica ecc.), dovrà possedere la prerogativa di essere reversibile ovvero, offrire la possibilità di essere montata e smontata senza arrecare nessun danno al sito, di essere neutrale, vale a dire essere la più semplice possibile (evitando qualsiasi esercizio formale) e possedere un'altezza (tra i 3,5 m e i 4 m, altezza minima frequentabile 2,20 m) tale da consentire tutte le operazioni legate al cantiere archeologico, come le procedure di scavo, le procedure di conservazione e quelle di documentazione come le riprese zenitali. La tettoia, se non diversamente specificato dalla D.L. o dalla D.S., dovrà essere dotata di un sistema di raccolta e deflusso delle acque meteoriche le quali dovranno essere condotte lontano dall'area archeologica e scaricate in appositi pozzetti di raccolta. Nel caso di siti ancora aperti sarà necessario che la tettoia sia abbastanza ampia in modo da garantire l'eventuale sviluppo dello scavo. In linea generale il perimetro della copertura non dovrà superare i 30/35 m², per estensioni maggiori si potrà ricorrere alla combinazione di più moduli contigui. Le strutture di copertura dovranno assicurare stabilità tanto da sopportare le sollecitazioni anche di forti venti o precipitazioni nevose, pertanto i punti di appoggio della struttura portante verticale dovranno avere una distanza tra l'uno e l'altro non superiore a 150 cm. La trasparenza della copertura dovrà essere tale da agevolare le operazioni di scavo evitando però di implicare la crescita di vegetazione (macro e microflora) nel sito (non dovranno per questo essere eccessivamente trasparenti).

Le coperture in elevazione se non diversamente specificato, potranno essere realizzate con una struttura portante verticale in metallo zincato (ad es. sistema dei tubi innocenti con diametro esterno minimo 49 mm) ed orizzontamenti in materiale sintetico (polietilene, nylon ecc.) o metallico (lamiera grecata o microdogata) anch'esso zincato o quantomeno trattato con prodotto anti-corrosivo. L'inclinazione della tettoia, se non diversamente specificato dalla D.L. o dalla D.S., dovrà essere minimo del 10% (per ogni metro lineare) nel caso siano previste solo precipitazioni piovose e del 20-25% qualora siano previste anche precipitazioni nevose. Queste coperture, di facile impiego e di rapida messa in opera, offrono la possibilità di adattarsi alle diverse esigenze di scavo. Qualora la

protezione temporanea sia ubicata all'interno di un'area pubblica o, in ogni caso, accessibile al pubblico, dovrà, necessariamente, essere dotata di idonea recinzione: questa, a seconda del luogo e delle necessità operative potrà essere realizzata con pannelli di lamiera grecata o microdogata, con rete o membrane in polipropilene o in polietilene estruso ad alta densità (HDPE) per recinzione dei cantieri, ovvero con altro sistema da concordarsi con la D.L. o la D.S.

Specifiche sui materiali

La categoria dei geotessuti comprenderà i prodotti ottenuti dalla combinazione di fibre di poliestere e caratterizzati da una forte resistenza alla trazione, di norma utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione (interfaccia tra strati archeologici e strati di materiale di riporto), contenimento, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, rinterri di scavi ecc.) ed in coperture ovvero per foderature. Si distingueranno in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- non-tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si avranno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Tessuti-non-tessuti, prodotti composti da sottili filamenti di polipropilene stabilizzato ai raggi UV, saldati tra loro per termo-pressione. Si presenteranno come teli non tessuti, ma formati da una massa disordinata molto morbida e resistente, traspirante e alcuni potranno essere dotati di una buona permeabilità all'acqua. Nelle grammature medio basse (15-30 g/m²) potranno essere utilizzati per protezione a contatto di reperti mobili.

Protezione delle creste dei muri

Lo scopo che si prefigge tale procedura è quello di garantire la conservazione delle sommità dei muri e delle parti in vista dei manufatti architettonici ridotti allo stato di rudere tramite la realizzazione di "superfici di sacrificio" che si degradano, nel tempo, al posto della muratura sottostante. Le porzioni di muratura superiori, soprattutto quando si tratta di manufatti archeologici, costituiscono la parte più debole e più esposta al degrado, quella che più di altre è soggetta a subire l'azione meccanica della pioggia e l'aggressione dalle erbe infestanti; per questo, in assenza di un'adeguata protezione, l'infiltrazione delle acque e la disgregazione delle malte avviano il lento disfacimento della muratura. Le diverse tipologie di intervento indirizzate a salvaguardare le creste dei muri sono accomunate da alcuni accorgimenti preliminari indispensabili al fine di garantire la buona riuscita della specifica operazione di protezione. Indipendentemente dalla risoluzione che verrà prescelta, l'intervento di protezione dovrà risultare in ogni sua parte facilmente riconoscibile distinguendosi chiaramente dalla preesistenza così da non ostacolare e confondere la leggibilità dei muri e l'analisi stratigrafica.

Operazioni preliminari

Rilievo dello stato di fatto: pianta al livello del terreno e della cresta, sezioni verticali (intervallate ogni 30-60 cm) per tutta la lunghezza della cresta da proteggere;

- asportazione delle eventuali erbe infestanti presenti nella zona sommitale della muratura, verificando, preventivamente, se i loro apparati radicali si sono sviluppati in profondità, ramificandosi all'interno della muratura tanto da contribuire all'effettiva stabilità della struttura. La rimozione della vegetazione e delle eventuali incrostazioni di licheni nocivi

rinvenuti (ricorrendo a trattamenti biocidi) dovrà essere realizzata seguendo quanto riportato negli articoli specifici;

- pulitura meccanica della superficie ricorrendo all'utilizzo di spazzole di saggina o di aspiratore e successivo lavaggio con acqua deionizzata allo scopo di rimuovere lo sporco rinvenuto (terra e depositi vari) seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici;
- consolidamento ed, eventuale, integrazione della muratura se necessario procedendo seguendo le indicazioni riportate negli specifici articoli;
- stuccatura delle eventuali fessure presenti tra i diversi elementi (previa rimozione della malta ammalorata) utilizzando malta di calce (eventualmente addizionata a cocchiopesto) o con stoppa imbevuta di calce.

Protezione delle creste dei muri con la messa in opera di bauletto di malta

Previo esecuzione delle operazioni preliminari precedentemente descritte, questo tipo di protezione si effettua mediante la realizzazione, al disopra della cresta muraria, di uno strato di malta modellato a "schiena d'asino" (bauletto di malta), alto circa 10-15 cm e caratterizzato da una superficie omogenea, allo scopo di agevolare lo scorrimento delle acque piovane, o comunque con la conformazione indicata nel progetto esecutivo. La composizione della malta da impiegare dovrà avere un rapporto legante/inerte 1:3: il legante potrà essere costituito da una combinazione, in proporzione del 50%, di calce idraulica e calce grassa con inerti preferibilmente ricavati dalla triturazione di pietre analoghe a quelle costituenti la muratura da proteggere, così da evitare fenomeni dovuti ad una incompatibilità fisico-meccanica tra la malta e la muratura antica (ad esempio: 2 parti di calce idraulica naturale, 2 parti di grassello di calce, 12 parti di sabbia lavata e vagliata oppure, in alternativa, 0,5 di calce idraulica naturale, 0,5 di grassello di calce, 1 parte di pietra calcarea a grana media, 1 parte di pietrisco a grana grossa, 1 parte di sabbia a grana fine). Le cretture da ritiro potranno essere evitate aggiungendo al composto prodotti antiritiro così da evitare inconvenienti riconducibili all'infiltrazione dell'acqua all'interno della muratura. Al fine di garantire una maggiore protezione alla cresta potrà essere inserito, tra la muratura e il bauletto, foglio di PVC termoretraibile (spessore 0,3 mm). Nel caso in cui si tratti di proteggere una cresta particolarmente estesa in lunghezza (oltre i 10 m) sarà opportuno interrompere il bauletto (ogni 6 m) interponendo dei giunti di dilatazione opportunamente sigillati con materiale a comportamento plastico/elastico.

Protezione delle creste dei muri con la messa in opera di malta e sassi infissi

La messa in opera di malta e sassi a protezione delle creste dei muri risulta essere, tra le diverse superfici di sacrificio realizzabili, l'operazione più semplice. Dopo aver effettuato le operazioni preliminari precedentemente descritte, si procederà alla messa in opera, direttamente sulla superficie della cresta, di una guaina (o tessuto-non-tessuto), il cui scopo dovrà essere quello di assolvere una funzione strutturale (impermeabilizzante) così da prevenire l'eventualità sia di dannose infiltrazioni di acqua agevolate dal profilo frastagliato della cresta, sia di delimitazione dell'intervento facilitandone, allo stesso tempo, la rimozione. Al di sopra della guaina dovrà essere steso uno strato di malta (alto circa 5-8 cm) nel quale saranno infissi o sassi o frammenti di laterizio, in maniera tale da inglobarli, ma non ricoprirli, nella malta. La malta dovrà essere di calce idraulica naturale (o contenere limitate quantità di cemento bianco) all'occorrenza addizionata con prodotti antiritiro così da evitare il probabile inconveniente di cretture da ritiro e da gelività, causa principe di infiltrazioni d'acqua all'interno di murature. La composizione della malta dovrà tener conto delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale costituente la muratura da proteggere allo scopo

di evitare danni riconducibili ad una incompatibilità materica tra le due superfici. Lo scopo dei sassi è quello di ovviare ad una monotona uniformità delle superfici così da rendere la linea delle creste più frastagliata.

In relazione al materiale (sassi) che verrà messo in opera, varierà la composizione della malta: per pietre calcaree si potrà utilizzare una malta rapporto legante inerte 1:2,5 (3 parti di calce idraulica naturale, 1 parte di grassello di calce, 10 parti di sabbia lavata e vagliata); nel caso di pietre silicee la malta potrà avere un rapporto legante inerte 1:3 (2 parti di calce idraulica naturale, 1 parte di cemento bianco, 12 parti di sabbia lavata e vagliata); per la messa in opera di laterizi la composizione della malta potrà avere un rapporto legante inerte 1:2,5 (1 parte di calce idraulica naturale, 3 parti di grassello di calce, 2 parti di cocchiopesto, 8 parti di sabbia lavata e vagliata).

L'operazione si concluderà con l'applicazione (per infiltrazioni o pennellature) del trattamento protettivo idrorepellente delle superfici; tale trattamento dovrà essere ripetuto nel tempo ad intervalli regolari così da mantenere l'efficacia e la durata della protezione.

Protezione delle creste dei muri utilizzando strati di sacrificio

Dopo aver eseguito le operazioni preliminari precedentemente descritte si procederà alla messa in opera, sopra alla cresta del muro, di uno spessore costituito da più filari (da 3 a 5 in relazione all'altezza del muro da proteggere), in laterizio o pietra. La procedura consiste nel posizionamento di più strati sovrapposti di altezza costante seguendo la linea frastagliata della parte sommitale del muro. La scelta del materiale che costituirà i diversi strati dovrà essere fatta tenendo conto che, ad intervento ultimato, la copertina dovrà ben distinguersi dalla muratura; tenendo presente questa priorità, i diversi filari potranno essere realizzati in diversi modi, ad esempio ricorrendo a materiali della stessa natura di quello presente nella muratura ma diversi per grandezza, con materiale reperito in situ da eventuali crolli, oppure differenti dall'originale tenendo conto però, che tale soluzione potrebbe comportare inconvenienti legati all'incompatibilità materica con la preesistenza. La malta da utilizzare per allettare i diversi filari dovrà essere tale da possedere caratteristiche meccaniche simili a quelle della muratura sottostante così da evitare fenomeni degenerativi riconducibili ai diversi comportamenti delle due superfici. La copertina dovrà essere, infine, sottoposta a trattamento protettivo idrorepellente (per pennellatura o per infiltrazione) ripetuto, ad intervalli regolari, nel tempo. Al fine di demarcare meglio il confine tra la struttura e la copertina e, allo stesso tempo, garantire una buona impermeabilizzazione della muratura da proteggere, potrà essere interposta, tra la cresta e i filari, una guaina.

Dissuasori per volatili

Lo scopo che si prefigge tale procedura è quello di dissuadere la sosta e la nidificazione di piccioni, tortore, colombi di città, gabbiani ecc. i quali, colonizzando il manufatto, provocano accumulo di materiale organico che, tramite l'azione acida e corrosiva amplificata sia dall'instaurarsi di microrganismi (il guano offre un terreno di coltura ideale sia per gli ectoparassiti quali acari, pulci, cimici e zecche, sia per la proliferazione di organismi microscopici, quali batteri, virus, muffe e funghi, generando un pericolo per il personale che frequenta le aree contaminate), sia dalla non trascurabile azione meccanica distruttiva delle unghie degli animali stessi che scalfiscono la superficie dei materiali, costituisce una minaccia permanente per i manufatti, causando, talvolta, danni anche irreversibili. Le zone di accumulo corrispondono, di norma, alle parti superiori degli aggetti, agli elementi di ornato e a zone della fabbrica difficilmente accessibili e, pertanto, ampiamente utilizzate dai volatili per la sosta e la nidificazione.

In linea generale i sistemi di dissuasione o allontanamento volatili dovranno essere efficaci, esteticamente “invisibili”, duraturi nel tempo ossia non essere danneggiati da agenti inquinanti presenti nell'atmosfera, di facile installazione e non offensivi per gli animali.

Operazioni preliminari comuni sia a dissuasori meccanici che elettrostatici

- Pulitura accurata delle superfici con asportazione meccanica delle eventuali incrostazioni e spazzolatura con spazzole di saggina o aspiratori e successivo lavaggio con acqua seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici.
- Consolidamento ed eventuale integrazione di parti seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici.
- Accurata stuccatura delle eventuali fessure presenti tra i diversi elementi impiegando malta di calce idraulica naturale e sabbia di origine alluvionale, seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici.

Art. 87 - DOCUMENTAZIONE

Documentazione degli interventi di restauro

Nell'ottica della documentazione dovrà, necessariamente, assumere fondamentale importanza, specialmente se rapportato al “piano di manutenzione” del manufatto, tutto quanto concerne la registrazione delle informazioni delle operazioni di restauro realmente eseguite.

Le indicazioni generiche riportate sovente nelle schede tecniche di intervento (ad es. consolidamento dell'apparecchio murario con iniezioni di malta a base di calce, oppure consolidamento d'intonaco con resina acrilica) non potranno essere di nessun aiuto per un futuro intervento di manutenzione: esistono, infatti, svariati tipi sia di calce idraulica che d'inerti; diventa, pertanto, fondamentale, oltre che indicare il tipo di calce e di inerte utilizzato, indicare anche il loro rapporto, così da poter dedurre la qualità di malta messa in opera e ricavare utili informazioni. Alla stessa stregua sarà possibile trovare, in commercio, non solo diverse categorie di resine acriliche ma anche varianti dello stesso tipo; ad esempio, la resina acrilica solida è presente in varie tipologie contraddistinte da caratteristiche anche molto diverse tra loro. È facilmente intuibile che, se non verranno indicati il tipo di resina, la sua concentrazione nonché il genere e la percentuale del solvente utilizzato, capire il tipo di penetrazione e la quantità di resina introdotta diventa un'operazione tutt'altro che facile.

Nella documentazione di corredo di fine lavori dell'intervento di restauro dovranno, necessariamente, essere compilate delle schede di restauro (ovvero aggiornare quelle redatte dalla D.L. in fase di progetto) dove sarà cura dell'operatore in contraddittorio con la D.L. appuntare le eventuali modifiche apportate durante i lavori. Nel caso in cui la D.L. non avesse preliminarmente redatto schede di questo tipo sarà cura dell'appaltatore redigerle. Le informazioni peculiari che dovranno essere riportate sono le seguenti:

- tipo di prodotto utilizzato con relativo nome commerciale affiancato dall'eventuale sigla industriale e nome della ditta produttrice. Occorre tenere presente che alcune fabbriche producono un'ampia gamma del medesimo prodotto. Questa attenzione dovrà essere adottata non solo per i prodotti di tipo chimico ma anche per le calce, gli inerti e i prodotti premiscelati (intonaci, tinteggiature ecc.);
- solvente utilizzato (ad esempio: acqua, acetone, diluenti nitro, trielina, acquaragia ecc.); risulta importante conoscere il tipo di solvente utilizzato dal momento che può influenzare vari fattori tra i quali: la penetrazione della resina nel supporto (se una soluzione è resa più viscosa da un solvente questa riuscirà con più difficoltà a penetrare nel materiale da

consolidare). L'eventuale resa "estetica" della resina applicata sulla superficie corticale (effetto perlante); la volatilità e, di conseguenza, il tempo di "essiccazione" della resina; un solvente molto volatile può, a causa della veloce evaporazione, trasportare in superficie la resina dando vita a strati superficiali con conseguente limitata distribuzione della resina in profondità;

- tipo di diluizione usata il tipo di concentrazione o di diluizione a seconda se si tratta rispettivamente di soluzioni (p/v) o emulsioni (v/v); per determinare il rapporto tra legante ed inerte si ricorrerà al rapporto v/v ad es. calce idraulica 1 parte (volume), grassello di calce 3 parti (volume), sabbia silicea lavata 8 parti (volume), cocchio pesto 2 parti (volume), il rapporto legante-inerte che ne risulta è pari a 1:2,5; le sabbie impiegate nell'impasto dovrebbero essere asciutte, se si ricorre a sabbie umide (come normalmente capita in cantiere) si dovrà tenere conto di incrementare il loro volume mediamente del 15-20% rispetto a quello che si sarebbe impiegato nel caso di sabbie asciutte;
- numero e modalità di applicazione (a spruzzo, a pennello, a tasca, per percolazione, per iniezione ecc.), queste informazioni sono utili per verificare l'efficacia o meno di un trattamento nel tempo e per riprodurlo o, eventualmente, modificarlo.

Definizioni

Dispersione: miscela eterogenea nella quale il soluto è presente come aggregato di molecole soprattutto solidi costituiti da macromolecole (tipo certe resine sintetiche).

Soluzione: miscela omogenea di molecole in cui la componente solida (resina) è disciolta in un solvente liquido (ad. es. acqua, acetone, trielina, diluenti nitro ecc.), il calcolo della percentuale si realizza, pertanto, con il rapporto peso (solido) su volume (solvente) che si esprimerà p/v. Nelle soluzioni, le particelle solide sono equidistanti e circondate dal solvente, che ha la funzione di lubrificante facendole scivolare facilmente l'una sull'altra. Le soluzioni sono facilmente assorbite dal sistema capillare dei materiali dove sono depositate dall'evaporazione del solvente, il quale, una volta completamente evaporato, consente alla resina di riacquistare le proprie caratteristiche iniziali. Le soluzioni sono sempre trasparenti e la loro viscosità è, generalmente, bassa.

Emulsione: composto dove due elementi non miscelabili (resina ed acqua) sono tenuti uniti da elementi (detti tensioattivi o saponi) capaci di legarsi con entrambi. Il calcolo della percentuale si realizza, pertanto, con il rapporto volume (prodotto da diluire) su volume (solvente) che si esprimerà v/v. Le emulsioni sono sempre lattiginose, hanno notevoli poteri adesivi ma, una volta secche, sono difficili da rimuovere. Un'emulsione è formata da microsfere con un attrito interno piuttosto alto, pertanto, a parità di concentrazione, un'emulsione è più viscosa di una soluzione. Generalmente sono utilizzate su fessure o distacchi medio-piccoli, su cui la resina in soluzione tenderebbe ad essere troppo fluida e a non colmare i vuoti fra le fessure.

Concentrazioni: si parlerà di concentrazione nel caso di dissoluzione di un solido in un liquido e verrà indicata con il rapporto p/v. (ad es. un'etichetta che riporta la sigla p/v 5% indicherà che 5 grammi di prodotto solido sono stati disciolti in 100 ml di solvente); un altro modo semplice per esprimere la concentrazione è la percentuale in peso, che dice quanti grammi di soluto sono presenti in 100 grammi di soluzione, intesa come insieme di solvente e di soluto (% in peso).

Diluizioni: si parlerà di diluizione nel caso di miscela di un liquido in un altro liquido, verrà indicata con il rapporto v/v. Il principio corretto per realizzare nonché indicare la reale diluizione sarà il seguente: un'etichetta che riporta la sigla v/v 20% dovrà indicare che 20 ml di un liquido sono stati mescolati a 80 ml (e non come sovente erroneamente accade a 100 ml) di un altro liquido (solvente);

ne risulteranno 100 ml di soluzione il cui il primo liquido (ad es. una resina acrilica in emulsione) sarà presente nella misura di 20 ml.

N.B. Per tutto quanto non esplicitamente riportato nel presente capitolo, si farà riferimento alle schede di intervento di restauro contenute nella tavola 13 del progetto di Scavo archeologico, consolidamento e restauro in località Crocella (cosidetta Villa dei Neratii, facente parte integrante del presente capitolato.

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

VERIFICHE STRUTTURALI

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia
Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi

RELAZIONE TECNICA GENERALE

Data: settembre 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
24

Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Data consegna
27/09/2022

Relazione tecnica generale



OGGETTO:

Analisi strutturale e consolidamento di siti archeologici: Villa dei Neratii nei pressi del Comune di San Giuliano del Sannio, consolidamento e restauro

Studio incaricato
Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia
Ing. Ph.D. Stefano Bellizzi



INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
2.1. <i>Caratteristiche principali</i>	5
2.2. <i>Caratteristiche di sito</i>	7
2.3. <i>Dati catastali e titoli di proprietà</i>	9
2.4. <i>Descrizione delle opere strutturali in progetto</i>	9
3. INQUADRAMENTO NORMATIVO	12
3.1. <i>Caratteristiche dell'edificio e relativa destinazione d'uso</i>	12
3.2. <i>Periodo di riferimento dell'azione sismica</i>	13
3.3. <i>Individuazione zona sismica</i>	14
4. ANALISI STORICO CRITICA	15
4.2. <i>Identificazione delle carenze/criticità strutturali</i>	16
5. METODOLOGIA DI ANALISI E LIVELLO DI CONOSCENZA	19
5.1. <i>Approccio alla modellazione</i>	19
5.2. <i>Livello di conoscenza ottenuto</i>	19
6. STRATEGIA DI INTERVENTO	21



1. PREMESSA

La presente relazione descrive sinteticamente il progetto e la verifica di interventi di consolidamento/recupero finalizzati al restauro e conservazione dell'area archeologica di Villa dei Neratii nei pressi del Comune di San Giuliano del Sannio (CB) in accordo a quanto disciplinato al punto 8.4 delle NTC 2018 (D.M. del 17 gennaio 2018) e al punto C8.4.1 della Circolare esplicativa (Circolare del 21 gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP.).

La necessità di intervenire localmente è scaturita dall'evidenza di un deterioramento progressivo dei paramenti murari antichi presenti nel sito archeologico e degli elementi strutturali in legno presenti in una casa colonica costruita sui resti murari antichi. Secondo quanto riportato nelle NTC18, gli interventi locali riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:

- ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;
- impedire meccanismi di collasso locale;
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

La relazione di cui al § 8.3 che, in questi casi, è limitata alle sole parti interessate dall'intervento e a quelle con esse interagenti, documenta le carenze strutturali riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indica eventuali conseguenti limitazioni all'uso della costruzione.

Nel caso di interventi di rafforzamento locale, volti a migliorare le caratteristiche meccaniche di elementi strutturali o a limitare la possibilità di meccanismi di collasso locale, è necessario valutare l'incremento del livello di sicurezza locale.

È stato verificata la non necessità di effettuare un adeguamento sulla base dei requisiti descritti al punto § 8.4 delle NTC come esplicitamente descritto nella relazione di calcolo strutturale.

Gli interventi di progetto sono stati finalizzati all'individuazione e all'eliminazione di carenze e criticità strutturali che possano incidere sulla capacità strutturale.

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

2.1. Caratteristiche principali

La componente archeologica oggetto di analisi è composta da una casa colonica (Figura 1) edificata circa un secolo fa sulle strutture archeologiche e composta prevalentemente in muratura in pietra a spacco con buona tessitura e da resti murari (Figura 2) composti in pietra con tessitura irregolare. La casa colonica ha una forma in pianta rettangolare ed è composta da 2 livelli fuori terra più un sottotetto. La struttura è sita nel Comune di San Giuliano del Sannio (CB).



a)



b)



c)

Figura 1: Casa colonica: vista esterna (a), solaio primo livello (b) e copertura (c)



Figura 2: Resti di paramenti murari

La struttura presenta le seguenti coordinate geografiche.

Coordinate geografiche

Latitudine 41.452291

Longitudine 14.633125



Figura 3: Inquadramento della struttura oggetto di analisi

2.2. Caratteristiche di sito

La struttura sorge in alta collina (547 m s.l.m.) in un'area caratterizzata da un'altimetria molto variabile come visibile in figura 4.



Figura 4: Vista tridimensionale di zona.

La struttura in oggetto può essere classificata in classe d'uso II (uso frequente con normali affollamenti), in accordo a quanto specificato nelle Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale.

Strutturalmente le componenti della casa colonica sono costituite da murature in pietra a spacco con buona tessitura, come mostrato in figura 5 e figura 6.



Figura 5: Tessitura regolare dei paramenti murari, vista dall'interno.



Figura 6: Tessitura regolare dei paramenti murari, vista dall'esterno.

2.3. Dati catastali e titoli di proprietà

La struttura insiste catastalmente sul foglio 20 e p.lla 392-393.



Figura 7: Sovrapposizione aero-foto e planimetria catastale con individuazione dell'area di ampliamento delle indagini e della particella catastale in cui rientra l'area archeologica oggetto di studio.

2.4. Descrizione delle opere strutturali in progetto

Per la struttura in esame sono previsti interventi mirati al risanamento e conservazione delle opere. Le tecnologie adottate per il rinforzo strutturale rispettano i requisiti di compatibilità e di minima invasività. Le opere in progetto sono sinteticamente riportate nel seguito:

- Rimozione della vegetazione e trattamento protettivo: insieme sistematico di opere atte a rimuovere la vegetazione presente e prevenirne lo sviluppo futuro (per ulteriori info si veda descrizione 1 della tavola 13 allegata);
- Integrazione muraria *opus reticulatum*: si verificherà la disponibilità di conci, che potrebbero emergere anche nel corso degli scavi previsti, da poter reimpiegare per le integrazioni, con posizionamento in leggero sottosquadro per garantire la distinguibilità. Si prevede l'utilizzo di malta a base di calce

idraulica, compatibile con l'esistente (per ulteriori specifiche si veda punto 2 della tavola 13);

- Protezione delle creste murarie: previa pulizia delle superfici interessate si prevede la stuccatura di eventuali fessure e riempimento di eventuali cavità con malta di calce idraulica compatibile con l'esistente. Successivamente si provvede alla protezione della cresta muraria con un layer di pietrame (per ulteriori specifiche si veda punto 3 della tavola 13);
- Consolidamento del muro a sacco: si prevedono interventi puntuali di integrazione con malta compatibile con quella antica localizzati nei punti di maggiore degrado (per ulteriori specifiche si veda punto 4 della tavola 13);
- Sigillatura profonda dei giunti: si prevede la sigillatura in forte sottosquadro dei giunti, eseguita con malta a base di calce idraulica con composizione compatibile con quella preesistente, caratterizzata nel corso delle indagini preventivamente svolte. I giunti saranno rifiniti in forte sottosquadro rispetto ai conci e con profilo a scivolo per evitare l'accumulo di acque meteoriche. Per ulteriori informazioni si veda la scheda 5 della tavola 13 allegata;
- Protezione delle buche pontae: si prevede l'inserimento nelle buche pontae di conci di pietra calcarea incassati di circa 10 cm rispetto al profilo esterno del foro. Le cavità saranno preventivamente pulite e trattate con prodotti biocidi per eliminare la patina biologica (per ulteriori specifiche si veda punto 6 della tavola 13);
- Restauro strutture lignee: si prevede la sostituzione del solaio in legno esistente al piano terra per i marcati segni di degrado rinvenuti sulla trave e sul tavolato. Inoltre si prevede il rifacimento della scala in legno di accesso al sottotetto per adeguarla agli standard normativi esistenti (per ulteriori specifiche si veda punto 7 della tavola 13);
- Consolidamento cunicolo: si prevede la puntellatura del cunicolo, rimozione del pietrame, eventuale messa in sicurezza con stilatura dei giunti ed applicazione di prodotti consolidanti e protettivi (per ulteriori specifiche si veda punto 8 della tavola 13);
- Copertura dello scavo: l'area di scavo andrà ricoperta per un'altezza che coincide con l'inizio del muro reticolato, per non lasciare scoperte le fondazioni del muro, che potrebbero essere danneggiate nel tempo,

causando anche problemi di tipo strutturale alla casa colonica. Si prevede di coprire lo scavo con un telo di pacciamatura drenante e con un riempimento in argilla espansa sciolta, al di sopra del quale si propone di eseguire un massetto pendenziato con finitura con pietrisco, posto direttamente a fresco sul getto. L'intervento consentirà di preservare le fondazioni antiche e, nel caso in cui in futuro si voglia riprendere lo scavo o mettere in luce le fondamenta, di poter facilmente rimuovere il riempimento. (Per ulteriori specifiche si veda punto 9 della tavola 13);

- Protezione delle semicolonne: si propone un intervento di protezione della cresta, con realizzazione di un bauletto di malta, di idonea composizione e aggregati che le conferiscono una colorazione compatibile con quella antica, in cui sono allettati scampoli di laterizio. Per la semicolonna di destra, più danneggiata, si prevede la stilatura dei giunti e il consolidamento con malta a base di calce, sia sulla cresta che in corrispondenza della mancanza. (Per ulteriori specifiche si veda punto 10 della tavola 13);
- Consolidamento muratura casa colonica: si propone un'integrazione della mancanza con malta a base di calce in sottosquadro rispetto al paramento in reticulatum e la sua delimitazione ai due lati con un listello in malta che ne evidenzia la diversità, previa pulitura della superficie e rimozione mediante spazzolatura a secco di malta disgregata e polverulenta. (Per ulteriori specifiche si veda punto 11 della tavola 13);

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La struttura in esame è stata verificata e consolidata in accordo alle attuali normative vigenti:

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 NTC2018 - Normativa tecnica costruzioni NTC 2018;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- CNR-DT 215/2018. Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica. CNR – Commissione di Studio per la Predisposizione e l'Analisi di Norme Tecniche relative alle costruzioni;
- D.P.C.M. del 9 febbraio 2011 "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica." e successive modifiche ed integrazioni;
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Circ. n.11651 del14/02/1974";
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Luglio 2006.

3.1. Caratteristiche dell'edificio e relativa destinazione d'uso

L'edificio in questione risulta adibito a funzioni conservative/espositive/visitative. Sulla base di quanto stabilito nelle linee guida dei beni culturali e nella normativa tecnica vigente può essere comparato ad una struttura con afflusso ordinario di persone. In accordo a quanto disciplinato dalla normativa vigente (punto 2.4. delle NTC 2018) l'edificio rientra nel tipo di costruzione 2 (Tab. 2.4.I NTC 2018), per il quale si considera una vita nominale, V_N di 50 anni.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La destinazione d'uso viene assegnata sulla base delle funzioni e dell'affollamento previsto nella struttura (2.4.2 NTC 2018), tenendo conto della destinazione d'uso della struttura che prevede livelli di affollamento normali.

2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

3.2. Periodo di riferimento dell'azione sismica

Le azioni sismiche sulle costruzioni sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U (2.4.3.):

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad [2.4.1]$$

Il coefficiente d'uso viene assegnato sulla base dei valori riportati in Tab. 2.4.II delle NTC 2018.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso specifico, in accordo alla classe d'uso 2, si considera per la costruzione un coefficiente d'uso C_U pari a 1.

3.3. Individuazione zona sismica

La zona sismica del Comune di San Giuliano del Sannio risulta indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Molise del 2 agosto 2006 n. 1171, come zona sismica 1 (Zona con pericolosità sismica alta. Indica la zona più pericolosa dove possono verificarsi fortissimi terremoti). L'accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni risulta pertanto maggiore di 0,25g. Nel caso specifico, in accordo a quanto disciplinato dalla normativa vigente, l'ag risulta essere pari a: 0.251 g come riportato in tabella seguente.

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.064	2.384	0.283
SLD	50	0.084	2.355	0.299
SLV	475	0.251	2.366	0.371
SLC	975	0.342	2.335	0.407

4. ANALISI STORICO CRITICA

4.1. Stato di fatto della casa colonica

Nel sito archeologico in esame è presente una casa colonica in muratura in pietra a spacco con buona tessitura, costruita sui resti di una costruzione di età romana. La struttura in pianta presenta una forma rettangolare di lati 6.75x5.10. Le pareti in muratura portante perimetrali hanno spessori di circa 65 cm.

I solai intermedi e di copertura sono realizzati con travi in legno lamellare di sezione 16x24 ed aventi luce strutturale di 4.70 m.

In figura 8 e in figura 9, sono riportate rispettivamente piante e sezioni caratteristiche del manufatto in esame sulla base dei rilievi eseguiti.

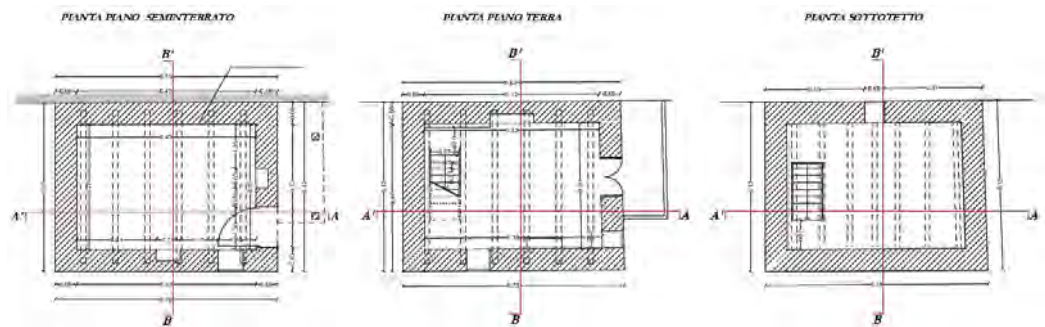


Figura 8: Pianta della casa colonica.

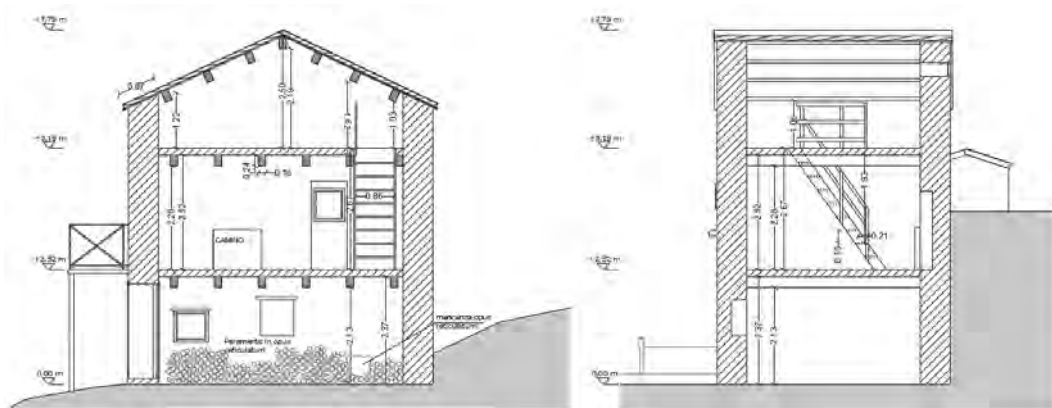


Figura 9: Sezioni caratteristiche della casa colonica.

4.2. Identificazione delle carenze/criticità strutturali

La muratura portante allo stato di fatto non mostra segni evidenti di carenze strutturali particolari. Gli spessori murari risultano infatti idonei ai carichi statici presenti. I giunti risultano in buono stato a meno di carenze localizzate.

Il solaio ligneo di primo livello mostra evidenti segni di degrado dovuti ad una persistente umidità ed ai deleteri effetti che ne conseguono. Nel caso particolare, lo sviluppo di muffe ed il deterioramento dei materiali è visibile sui diversi elementi travi e tavolato. Il tavolato risulta in diversi punti crollato (figura 10) e facilmente friabile al tatto. Le travi, oltre che caratterizzate da un evidente deterioramento materico, presentano una marcata inflessione (figura 11) dovuta al progressivo declassamento delle proprietà meccaniche del legno. Tali inflessioni sono sintomo di un malessere strutturale persistente, data soprattutto la limitata condizione di carico a cui il solaio è soggetto. In particolare, essendo la struttura ad oggi non fruibile l'impalcato risulta prevalentemente soggetto a peso proprio e, ciononostante, le inflessioni sono notevoli e certamente non compatibili con i requisiti minimi previsti dal quadro normativo vigente. Inoltre, è visibile in corrispondenza di una linea di appoggio un cedimento localizzato, probabilmente dovuto al deterioramento delle testate delle travi.



Figura 10: Solaio al primo livello: deterioramento del tavolato esistente.



Figura 11: Solaio al primo livello; forte inflessione delle travi lignee.



Figura 12: Cedimento perimetrale dovuto al deterioramento localizzato delle travi in appoggio.

I solai del secondo livello e di copertura presentano un buono stato conservativo (Figura 13). Per la scala si prevede la sostituzione con una riduzione della pendenza della rampa e la conseguente variazione del foro del solaio di arrivo per rendere più agevole la fruizione del sottotetto.



Figura 13: Solai al secondo piano e di copertura.

5. METODOLOGIA DI ANALISI E LIVELLO DI CONOSCENZA

5.1. Approccio alla modellazione

Per la sostituzione e la verifica di solai è possibile far riferimento a schemi strutturali classici estrapolabili sulla base della teoria classica della Scienza delle Costruzioni. Anche per la verifica della scala è possibile utilizzare schemi semplificati ma, nel caso specifico, è stata adottata una modellazione tramite elementi frame e shell per avere una soluzione più accurata in termini di sollecitazioni e spostamenti. La modellazione semplificata è stata adottata per saggiare la bontà dei risultati numerici.

5.2. Livello di conoscenza ottenuto

Per l'edificio/struttura in esame si è scelto di perseguire un livello di conoscenza LC1.

LC1: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e indagini limitate sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, prove limitate sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1,35$.

Nel caso in cui la muratura in esame possa essere ricondotta alle tipologie murarie presenti nelle Tabelle C8.5.I e C8.5.II, i valori medi dei parametri meccanici da utilizzare per le verifiche possono essere definiti, con riferimento alla tipologia muraria in considerazione per i diversi livelli di conoscenza, come segue:

- LC1:** -Resistenze: i valori minimi degli intervalli riportati in Tabella C8.5.I.
- Moduli elastici: i valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta.

Tabella C8.5.1 -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980 1740	500-660 580	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(**) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione f_{pu} può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

6. STRATEGIA DI INTERVENTO

Sulla base di quanto sinteticamente descritto sopra ed esaustivamente analizzato nella relazione di calcolo, la strategia di intervento è stata elaborata al fine di:

- Sostituire il solaio ligneo al primo piano con un solaio composto legno-calcestruzzo resi solidali mediante l'impiego di connettori a taglio in acciaio. Le travi sono state progettate come elementi giuntati al fine di ridurre al minimo l'invasività dell'intervento. Nel caso specifico gli alloggiamenti delle travi restano invariati e non è necessario procedere a scassi aggiuntivi. Si rammenta che, date le condizioni in cui si trova attualmente il solaio di primo livello, un'eventuale intervento di consolidamento per il ripristino risulterebbe di dubbia efficienza e, soprattutto, non conveniente dal punto di vista economico. Nel caso specifico l'intervento di recupero dovrebbe essere finalizzato alla completa variazione del funzionamento strutturale lasciando, agli attuali profili lignei, il compito di portare esclusivamente il peso proprio ed escludere lo scarico di sovraccarichi accidentali.
- Sostituire la scala in legno esistente con un sistema atto a favorire la fruibilità degli ambienti e della scala stessa.

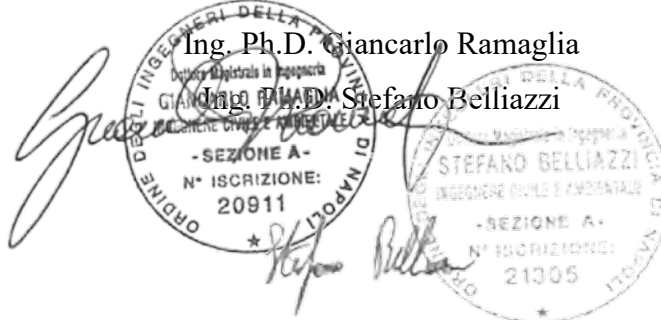
Gli interventi proposti sono classificabili come "interventi di tipo locale".

Napoli, 27/09/2022

I verificatori delle strutture

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia

Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi



REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

VERIFICHE STRUTTURALI

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia
Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Data: settembre 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
25

Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Data consegna
27/09/2022

Relazione di calcolo strutturale



OGGETTO:

*Analisi strutturale e consolidamento di siti archeologici: Villa dei Neratii
nei pressi del Comune di San Giuliano del Sannio, consolidamento e
restauro*

Studio incaricato

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia

Ing. Ph.D. Stefano Belliazzzi



INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. INQUADRAMENTO GENERALE.....	5
2.1. Caratteristiche strutturali principali.....	5
2.2. Caratteristiche generali di localizzazione.....	7
2.3. Informazioni geometriche generali.....	9
3. INQUADRAMENTO NORMATIVO	10
3.1. Caratteristiche dell'edificio e relativa destinazione d'uso.....	10
3.2. Periodo di riferimento dell'azione sismica.....	11
4. CRITERI DI VERIFICA	14
5. MODELLAZIONE STRUTTURALE	15
6. PROPRIETA' DEI MATERIALI.....	17
6.1. Legno lamellare.....	17
6.1. Calcestruzzo ordinario/alleggerito.....	22
6.2. Acciaio per calcestruzzo armato ordinario/alleggerito.....	24
7. ANALISI DEI CARICHI	25
7.1. Pesi propri strutturali.....	25
7.1. Carichi permanenti non strutturali.....	26
7.2. Sovraccarico accidentale	27
8. COMBINAZIONI DI CARICO	29
9. ANALISI E VERIFICHE STRUTTURALI.....	33
9.1. Solaio in legno lamellare – Piano primo	33
9.1.1. Connessione a taglio	33
9.1.2. Coefficienti di sicurezza	35
9.1.3. Verifica Solaio	36
9.2. Scala in legno lamellare.....	38
9.2.1. Verifica del cosciale.....	38



9.2.2. Verifica del pilastro	42
9.2.3. Verifica gradino	43
9.2.4. Verifica collegamenti.....	44
10. CONCLUSIONI.....	45







1. PREMESSA

La presente relazione descrive il progetto e la verifica di interventi di consolidamento finalizzati al restauro e conservazione dell'area archeologica di Villa dei Neratii nei pressi del Comune di San Giuliano del Sannio (CB). In particolare, si è proceduti a progettare e verificare il nuovo solaio in legno, la scala di collegamento col sottotetto, in sostituzione degli elementi esistenti ed analizzare le murature che insistono nel sito archeologico.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Oggetto dei suddetti interventi è una casa colonica sita nell'area archeologica di Villa dei Neratii in accordo a quanto disciplinato dal quadro normativo vigente. Le strutture sorgono in nei pressi del Comune di San Giuliano del Sannio, in provincia di Campobasso.



Figura 1. *Vista satellitare della zona.*

La compagine strutturale è stata verificata in accordo a quanto previsto dall'attuale normativa vigente NTC2018 e Circolare esplicativa 2019 per quanto concerne le verifiche strutturali ed i modelli di capacità disciplinati dall'attuale normativa vigente.

2.1. Caratteristiche strutturali principali

La componente archeologica oggetto di analisi è costituita da una casa colonica costruita su strutture antiche, composta prevalentemente in muratura in pietra a spacco con buona tessitura e da resti murari composti in pietra con tessitura irregolare. La casa colonica ha una forma in pianta rettangolare, è composta da 2 livelli fuori terra più un sottotetto. La chiesa è sita nel Comune di San Giuliano del Sannio (CB).



a)



b)



(c)

Figura 2: *Foto della casa colonica dall'esterno (a),
piano terra (b) e sottotetto (c)*

2.2. Caratteristiche generali di localizzazione

In figura 3 si riporta una vista satellitare del complesso in esame e l'individuazione delle relative coordinate per la caratterizzazione sismica di sito. Si rammenta che, in assenza di una caratterizzazione geologica di sito, le caratteristiche del terreno sono state assegnate facendo riferimento a condizioni cautelative giustificate dalle peculiarità del sito di interesse.

La struttura presenta le seguenti coordinate geografiche.

Coordinate geografiche

Latitudine 41.452291

Longitudine 14.633125



Figura 3. *Vista dall'alto della zona di interesse ed individuazione delle coordinate geografiche.*

La struttura sorge in alta collina (547 m s.l.m.) in un'area caratterizzata da un'altimetria mediamente variabile come visibile in figura 4.



Figura 4. *Altimetria di zona nell'area di riferimento significativa ai fini di dell'identificazione di eventuali effetti di amplificazione dinamica locali.*

La struttura in oggetto può essere classificata in classe d'uso II (uso frequente con normali affollamenti), in accordo a quanto specificato nelle Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale.

Strutturalmente, il solaio al primo piano mostra evidenti segni di degrado dovuti agli effetti deleteri di persistente umidità e, in accordo a quanto descritto nella relazione tecnica generale, se ne prevede la sostituzione con un sistema in legno lamellare e soletta collaborante in calcestruzzo. La scala al primo piano si presenta angusta e di caratteristiche non idonee alla fruibilità degli ambienti. È stata pertanto prevista la sostituzione con un sistema sempre in legno lamellare ma di geometria e caratteristiche più idonee.

2.3. Informazioni geometriche generali

Nel sito archeologico in esame è presente una casa colonica in muratura in pietra a spacco con buona tessitura, costruita su strutture antiche. La struttura in pianta presenta una forma rettangolare di lati 6.75x5.10. Le pareti in muratura portante perimetrali hanno spessori di circa 65 cm.

I solai intermedi e di copertura sono realizzati con travi in legno di sezione 16x24 aventi luce strutturale di 4.70 m.

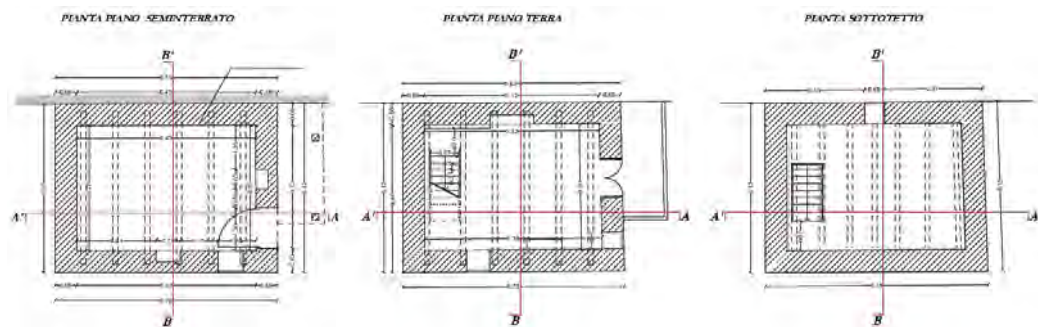


Figura 5. Individuazione in pianta della casa.

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La struttura in esame è stata verificata e consolidata in accordo alle attuali normative vigenti:

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 NTC2018 - Normativa tecnica costruzioni NTC 2018;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- CNR-DT 215/2018. Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica. CNR – Commissione di Studio per la Predisposizione e l'Analisi di Norme Tecniche relative alle costruzioni;
- D.P.C.M del 9 febbraio 2011 "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica." e successive modifiche ed integrazioni;
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Circ. n.11651 del14/02/1974";
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Luglio 2006.

3.1. Caratteristiche dell'edificio e relativa destinazione d'uso

In accordo a quanto disciplinato dalla normativa vigente (punto 2.4. delle NTC 2018) e delle relative Linee Guida dei Beni Culturali, la struttura rientra nel tipo di

costruzione 2 (Tab. 2.4.I NTC 2018), per il quale si considera una vita nominale, V_N di 50 anni.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La destinazione d'uso viene assegnata sulla base delle funzioni e dell'affollamento previsto nella struttura (2.4.2 NTC 2018). Nel caso specifico è stata preventivata una classe ordinaria II in accordo a quanto specificato nelle Linee Guida dei Beni Culturali.

3.2. Periodo di riferimento dell'azione sismica

Le azioni sismiche sulle costruzioni sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U (2.4.3.):

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad [2.4.1]$$

Il coefficiente d'uso viene assegnato sulla base dei valori riportati in Tab. 2.4.II delle NTC 2018.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso specifico, in accordo alla classe d'uso 2, si considera per la costruzione un coefficiente d'uso C_U pari a 1.

I periodi di ritorno dell'azione sismica si ricavano in accordo agli stati limite considerati (3.2.1. delle NTC 2018).

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I delle NTC 2018.

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per ciascuna probabilità di superamento si calcola il periodo di ritorno come riportato in seguito:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -C_U V_N / \ln(1 - P_{VR})$$

Ottenendo per i 4 stati limite di riferimento i seguenti periodi di ritorno (figura 6).

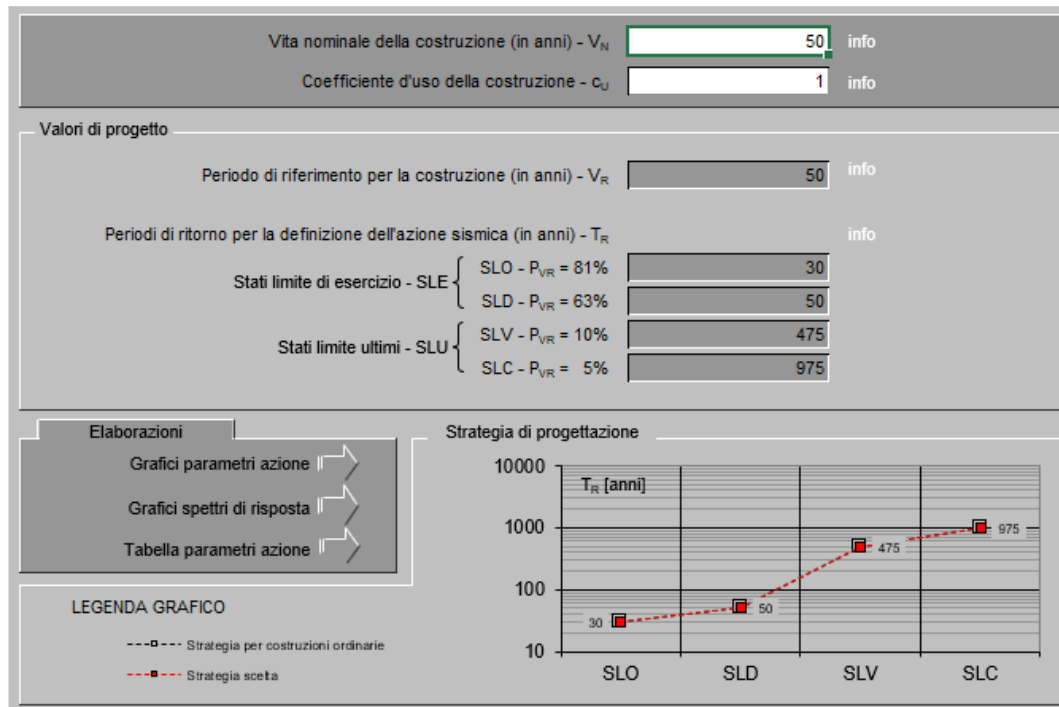


Figura 6. Periodi di ritorno per i 4 stati limite considerati (SLO, SLD, SLV ed SLC).

4. CRITERI DI VERIFICA

Gli interventi sono stati scelti al fine di non alterare significativamente la massa e la rigidità della struttura ed il valore dei carichi trasmessi in fondazione. Quanto descritto è stato trattato in accordo a quanto disciplinato al punto 8.4 delle NTC 2018 (D.M. del 17 gennaio 2018) ed al punto C8.4.1 della Circolare esplicativa (Circolare del 21 gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP.). Tale intervento è classificato nelle NTC18 come riparazione o intervento locale; la relativa circolare ministeriale n. 7 del 02.02.2019 (Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018) specifica nel dettaglio quali interventi possono essere classificati come riparazione o intervento locale al §C.8.4.1. (paragrafo 1.2 della presente relazione).

Gli interventi di progetto sono stati finalizzati all'individuazione e all'eliminazione o riduzione di carenze e criticità strutturali che possano incidere sulla capacità dell'edificio riducendone al minimo l'invasività.

5. MODELLAZIONE STRUTTURALE

I modelli di calcolo sono stati sviluppati secondo i metodi di Scienza e Tecnica delle Costruzioni ipotizzando schemi statici caratterizzati da condizioni di vincolo prossime al reale comportamento della struttura. Sulla base di tali modelli è stato eseguito il calcolo delle sollecitazioni di progetto del momento flettente e del taglio, la valutazione delle tensioni massime considerando legami costitutivi lineari e della freccia massima per la verifica di deformabilità, mediante un'analisi statica lineare, in accordo a quanto previsto dalle Normativa Tecnica vigente NTC18.

Per la scala, si è optato per un modello con elementi frame per valutare in maniera accurata le sollecitazioni e gli spostamenti tenendo conto dell'influenza dell'apertura del foro del solaio di accesso al sottotetto. Tale modellazione è stata preferibile per tener conto di effetti tridimensionali e secondari ed evitare inutili sovradimensionamenti. I risultati numerici restituiti dal software di calcolo sono poi stati validati con l'ausilio di modelli analitici semplificati.

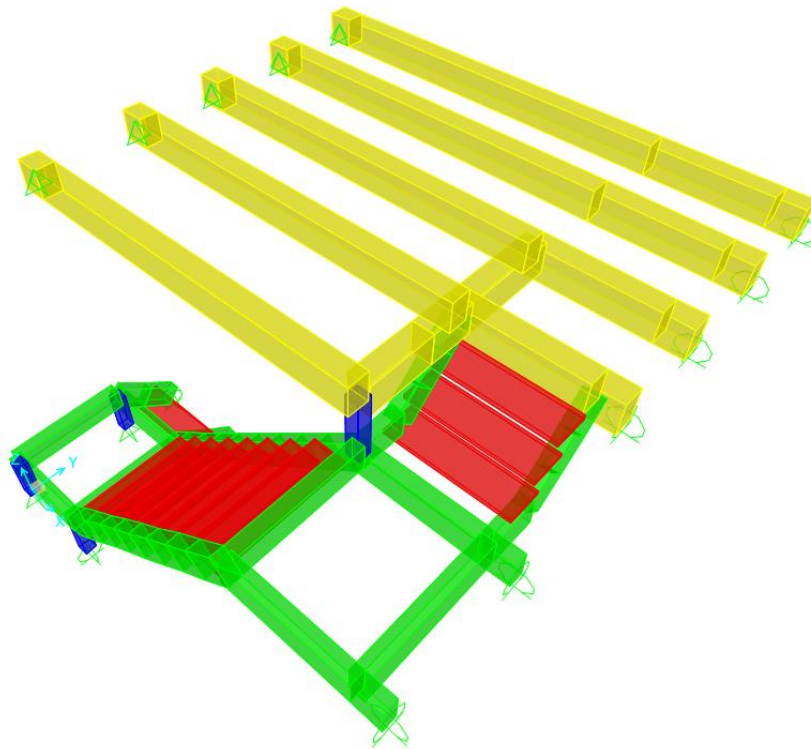


Figura 7. Modello geometrico della scala e del solaio del sottotetto (vista estrusa).

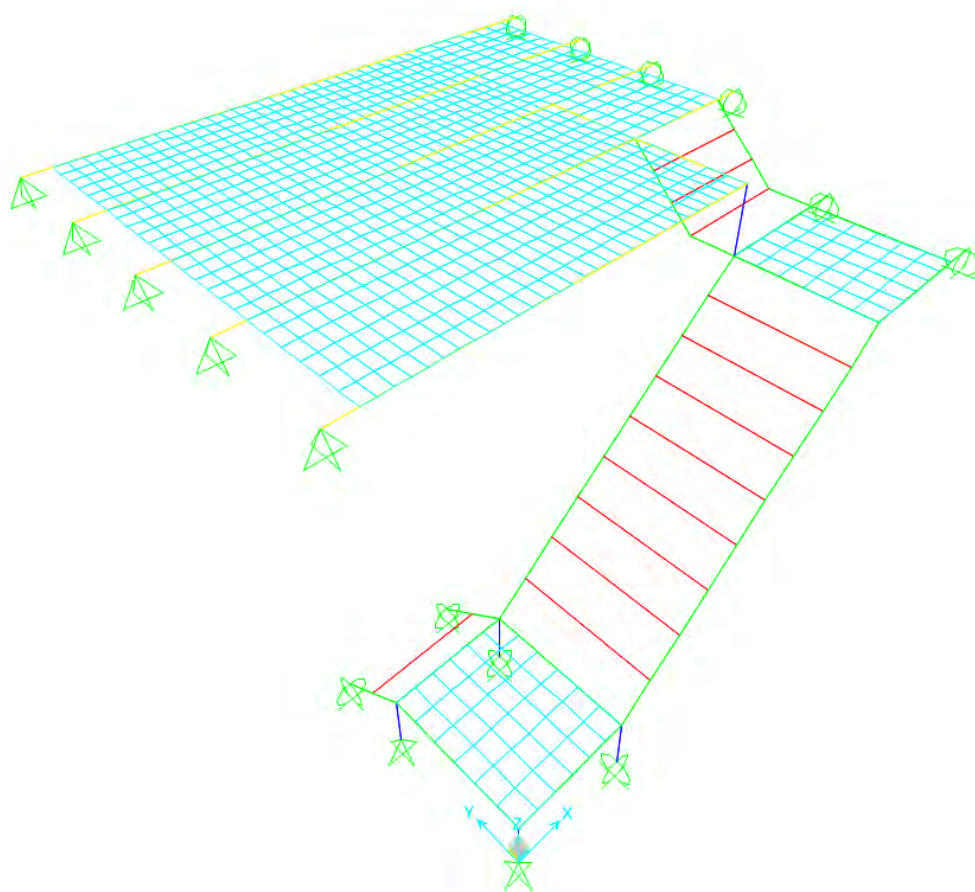


Figura 8. Modello geometrico della scala e del solaio del sottotetto

6. PROPRIETA' DEI MATERIALI

6.1. Legno lamellare

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato e legno massiccio incollato debbono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14080.

Le singole tavole, per la composizione di legno lamellare, dovranno soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 14081-1 al fine di garantirne una corretta attribuzione ad una classe di resistenza.

Le caratteristiche dei materiali impiegate, per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione, sono riferite al legno lamellare appartenente alla categoria GL24h, le cui proprietà meccaniche sono riportate in **Tabella 1**.

Il legame costitutivo di riferimento è un legame elastico lineare definito dal modulo elastico e dalla resistenza massima.

I valori di progetto per le proprietà del materiale a partire dai valori caratteristici si assegnano quindi con riferimento combinato alle classi di servizio e alle classi di durata del carico.

In particolare, il valore di progetto X_d di una proprietà del materiale (o della resistenza di un collegamento) viene calcolato mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{mod} X_k}{\gamma_M}$$

dove:

- X_k è il valore caratteristico della proprietà del materiale, come specificato al § 11.7 della NTC18, o della resistenza del collegamento. Il valore caratteristico X_k può anche essere determinato mediante prove sperimentali sulla base di prove svolte in condizioni definite dalle norme europee applicabili;
- γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, i cui valori sono riportati nella **Tabella 2**;

- k_{mod} è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico sia dell'umidità della struttura. I valori di k_{mod} sono riportati nella **Tabella 3**.

GL24h		
Resistenze [MPa]		
Flessione	$f_{m,k}$	24
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	19.2
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	24
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	
Taglio	$f_{v,k}$	
Rolling shear	$f_{r,k}$	
Rigidezze [MPa]		
Modulo di elasticità parallelo medio	$E_{0,mean}$	11 500
Modulo di elasticità parallelo 5-percentile	$E_{0,05}$	9 600
Modulo di elasticità perpendicolare medio	$E_{90,mean}$	
Modulo di elasticità perpendicolare 5-percentile	$E_{90,05}$	
Modulo di taglio medio	G_{mean}	
Modulo di taglio 5-percentile	G_{05}	
Modulo di taglio rotolamento medio	$G_{r,mean}$	
Modulo di taglio rotolamento 5-percentile	$G_{r,05}$	
Massa volumica (kg/m ³)		
Massa volumica caratteristica	ρ_k	385
Massa volumica media	ρ_{mean}	420

Tabella 1: Proprietà meccaniche del legno lamellare, classe GL24h

Se una combinazione di carico comprende azioni appartenenti a differenti classi di durata del carico si dovrà scegliere un valore di k_{mod} che corrisponde all'azione di minor durata.

Il coefficiente γ_M è stato valutato secondo la colonna A della **Tabella 2**, assumendo un valore di γ_M pari a 1.45. I valori riportati nella colonna B sono riferiti alle produzioni continuative di elementi o strutture, soggette a controllo continuativo del materiale dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valor medio) della resistenza non superiore al 15%.

Stati limite ultimi	Colonna A γ_M	Colonna B γ_M
combinazioni fondamentali		
legno massiccio	1,50	1,45
legno lamellare incollato	1,45	1,35
pannelli di tavole incollate a strati incrociati	1,45	1,35
pannelli di particelle o di fibre	1,50	1,40
LVL, compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40	1,30
unioni	1,50	1,40
combinazioni eccezionali	1,00	1,00

Tabella 2: Coefficienti parziali γ_M per le proprietà dei materiali (Tab. 4.4.III della NTC18)

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico				
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Legno lamellare incollato (*)	UNI EN 14080	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Compensato	UNI EN 636:2015	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Pannello di scaglie orientate (OSB)	UNI EN 300:2006	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85
		OSB/3	1	0,40	0,50	0,70	0,90
		OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70
Pannello di particelle (truciolare)	UNI EN 312 :2010	Parti 4, 5	1	0,30	0,45	0,65	0,85
		Parte 5	2	0,20	0,30	0,45	0,60
		Parti 6, 7	1	0,40	0,50	0,70	0,90
		Parte 7	2	0,30	0,40	0,55	0,70
Pannello di fibre, pannelli duri	UNI EN 622-2:2005	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85
		HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60
		MBH.LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80
Pannello di fibre, pannelli semiduri	UNI EN 622-3:2005	MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80
			2	-	-	-	0,45
Pannello di fibra di legno, ottenuto per via secca (MDF)	UNI EN 622-5:2010	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45

Tabella 3: Valori di k_{mod} per legno e prodotti strutturali a base di legno (Tab. 4.4.IV della NTC18)

Di seguito si riportano i principali valori delle resistenze di progetto utilizzati per le verifiche per le classi di durata del carico di media durata e permanente a cui corrispondono rispettivamente dei valori di k_{mod} di 0.8 e 0.6.

Classe di durata del carico: media durata			
Res. di progetto a flessione	$f_{m,d}$	14.1	MPa
Res. di progetto a trazione	$f_{t,o,d}$	11.3	MPa
Res. di progetto a compressione	$f_{c,o,d}$	13.2	MPa
Res. di progetto a taglio	$f_{v,d}$	1.9	MPa

Classe di durata del carico: permanente			
Res. di progetto a flessione	$f_{m,d}$	10.6	MPa
Res. di progetto a trazione	$f_{t,o,d}$	8.5	MPa
Res. di progetto a compressione	$f_{c,o,d}$	9.9	MPa
Res. di progetto a taglio	$f_{v,d}$	1.4	MPa

Tabella 4: Valori delle resistenze di progetto utilizzati per le classi di durata del carico di media durata e permanente

Per le verifiche allo Stato Limite di Esercizio, la deformazione a lungo termine può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore $1/(1 + k_{def})$, per le membrature, e utilizzando un valore ridotto nello stesso modo del modulo di scorrimento dei collegamenti. Il coefficiente k_{def} tiene conto dell'aumento di deformabilità con il tempo causato dall'effetto combinato della viscosità, dell'umidità del materiale e delle sue variazioni. I valori di k_{def} sono riportati nella **Tabella 5**.

Materiale	Riferimento	Classe di servizio		
		1	2	3
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Legno lamellare incollato	UNI EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	0,60	0,80	2,00
Compensato	UNI EN 636:2015	0,80	-	-
		0,80	1,00	-
		0,80	1,00	2,50
Pannelli di scaglie orientate (OSB)	UNI EN 300:2006	OSB/2	2,25	-
		OSB/3 OSB/4	1,50	2,25
Pannello di particelle (truciolare)	UNI EN 312:2010	Parte 4	2,25	-
		Parte 5	2,25	3,00
		Parte 6	1,50	-
		Parte 7	1,50	2,25
				-
Pannello di fibre, pannelli duri	UNI EN 622-2:2005	HB.LA	2,25	-
		HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00
Pannello di fibre, pannelli semiduri	UNI EN 622-3:2005	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	-
		MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00
				-
Pannello di fibra di legno, ottenuto per via secca (MDF)	UNI EN 622-5:2010	MDF.LA	2,25	-
		MDF.HLS	2,25	3,00

Tabella 5: Valori di k_{def} per legno e prodotti strutturali a base di legno (Tab. 4.4.V della NTC18)

Per definire il coefficiente k_{def} , è necessario assegnare la struttura ad una delle 3 classi di servizio elencate nella **Tabella 6**. Il sistema delle classi di servizio ha lo scopo di definire la dipendenza delle resistenze di progetto e dei moduli elastici del legno e materiali da esso derivati dalle condizioni ambientali.

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20 °C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20 °C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

Tabella 6: Classi di servizio (Tab. 4.4.II della NTC18)

Tenendo conto della destinazione d'uso e dell'ubicazione del solaio all'interno della struttura, è stata stimata una classe di servizio 2 a cui corrisponde un valore di k_{def} pari a 0.80.

6.1. Calcestruzzo ordinario/alleggerito

Con riferimento al calcestruzzo, per la realizzazione della soletta armata, sarà utilizzato un conglomerato cementizio strutturale C25/30 rispondente pienamente alle vigenti Norme Tecniche NTC18.

Caratteristiche calcestruzzo armato															
N _{id}	γ_k	$\alpha_{T, i}$	E	G	C _{Erid}	Stz	R _{ck}	R _{cm}	% R _{ck}	γ_c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{cfm}	N	n Ac
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]		[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Cls C25/30															
001	25 000	0,000010	31 447	13 103	60	P	30,00	-	0,85	1,50	14,11	1,19	3,07	15	004

LEGENDA:

N _{id}	Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ_k	Peso specifico.
$\alpha_{T, i}$	Coefficiente di dilatazione termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
C _{Erid}	Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [$E_{Sisma} = E \cdot C_{Erid}$].
Stz	Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
R _{ck}	Resistenza caratteristica cubica.
R _{cm}	Resistenza media cubica.
% R _{ck}	Percentuale di riduzione della R _{ck}
γ_c	Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
f _{cd}	Resistenza di calcolo a compressione.
f _{ctd}	Resistenza di calcolo a trazione.
f _{cfm}	Resistenza media a trazione per flessione.
n Ac	Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

Il calcestruzzo, è un conglomerato costituito da materiali inerti (sabbia e ghiaia o pietrisco) tenuti insieme e saldati tra loro da una malta di cemento ed acqua, in modo da dare origine a presa avvenuta ad una massa monolitica, dura e resistente.

I materiali componenti il calcestruzzo non devono contenere sostanze nocive in quantità tali che possano compromettere la durabilità del calcestruzzo o causare corrosione dell'armatura e devono essere idonei all'impiego previsto nel calcestruzzo.

Se per un materiale componente è stabilita una idoneità generale, ciò non implica che essa valga in ogni situazione e per ogni composizione del calcestruzzo.

Nel calcestruzzo conforme alla UNI EN 206 devono essere utilizzati solo i componenti di idoneità accertata per la specifica applicazione.

Qualora per un particolare materiale componente non vi sia una norma europea che si riferisca specificatamente al suo utilizzo nel calcestruzzo conforme alla UNI EN 206, o qualora vi sia già una norma europea che non includa il particolare componente, o qualora il componente si scosti significativamente dalla norma europea, l'accertamento dell'idoneità può risultare da:

- un benessere tecnico europeo che si riferisce specificatamente all'utilizzo del materiale componente nel calcestruzzo conforme alla UNI EN 206;
- norme o disposizioni nazionali pertinenti, valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo, che si riferiscono specificatamente all'utilizzo del materiale componente nel calcestruzzo conforme alla UNI EN 206.

6.2. Acciaio per calcestruzzo armato ordinario/alleggerito

L'acciaio da utilizzare deve provenire da uno stabilimento qualificato e deve essere controllato in stabilimento secondo le procedure descritte dalle norme tecniche (NTC18 paragrafo 11.3.2.1). Deve quindi essere sempre marchiato ed accompagnato dalla relativa documentazione, in particolare:

- dichiarazione di conformità CE o attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale riportanti un timbro in originale e almeno la data di spedizione ed il destinatario;
- documento di trasporto che indichi lo stabilimento di provenienza, le dimensioni, il tipo, la quantità ed il destinatario.

Nel caso di acciaio lavorato in centri di trasformazione questi ultimi sono tenuti ad effettuare i controlli previsti nelle Norme Tecniche e ad accompagnare la fornitura in cantiere con:

- documento di trasporto con dichiarazione degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata.

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche e proprietà dell'acciaio B450C.

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo f_{tk}	$\geq f_{t\text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
	$< 1,35$	
$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 12\text{ mm}$	4 ϕ	
	$12 \leq \phi \leq 16\text{ mm}$	
	per $16 < \phi \leq 25\text{ mm}$	
	per $25 < \phi \leq 40\text{ mm}$	

Tabella 7: Caratteristiche meccaniche dell'acciaio per c.a. B450C

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1. Pesi propri strutturali

Le azioni permanenti gravitazionali associate ai pesi propri dei materiali strutturali sono derivate dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali con cui sono realizzate le parti strutturali della costruzione.

Elemento	Q_{G1}
	<i>[kN/m²]</i>
Trave in legno lamellare 16x24	0.16
Tavolato in legno lamellare (sp. 3 cm)	0.13
Soletta in cls armato (sp. 5 cm)	1.25

Tabella 8: Pesi propri strutturali del solaio

Elemento	Q_{G1}
	<i>[kN/m²]</i>
Trave in legno lamellare 10x20	0.08
Tavolato in legno lamellare (sp. 3 cm)	0.13

Tabella 9: Pesi propri strutturali della scala

7.1. Carichi permanenti non strutturali

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi presenti sulla costruzione durante il suo normale esercizio, quali quelli relativi a tamponature esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti del piano di calpestio, intonaci, controsoffitti, impianti ed altro, ancorché in qualche caso sia necessario considerare situazioni transitorie in cui essi non siano presenti.

Elemento	Q_{G2}
	$[kN/m^2]$
Massetto	0.60
Pavimento	0.30
Tramezzi	1.00

Tabella 10: Carichi permanenti non strutturali del solaio

In aggiunta, è stata considerata una forza concentrata di 0.1 kN alle estremità dei gradini per tener conto della presenza di un corrimano.

7.2. Sovraccarico accidentale

I sovraccarichi, o carichi imposti, comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k
- carichi verticali concentrati Q_k
- carichi orizzontali lineari H_k

I valori nominali e/o caratteristici di q_k , Q_k ed H_k sono riportati nella **Tabella 11**. Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di rilevanti amplificazioni dinamiche della risposta delle strutture. Pertanto, è ragionevole considerare le variazioni peso dovute alla componente sussultoria del moto sismico comprese nelle combinazioni gravitazionali.

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attese, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

Tabella 11: Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni (Tab. 3.1.II della NTC18)

I valori riportati nella **Tabella 11** sono riferiti a condizioni di uso corrente delle rispettive categorie. Altri regolamenti potranno imporre valori superiori o inferiori qualora esplicitamente richiesto dall'utilizzatore, in relazione ad esigenze specifiche. In presenza di carichi atipici (quali macchinari, serbatoi, depositi interni, impianti, ecc.) le intensità devono essere valutate caso per caso, in funzione dei massimi prevedibili: tali valori dovranno essere indicati esplicitamente nelle documentazioni di progetto e di collaudo statico.

Elemento	Q_k
	$[kN/m^2]$
Solaio	3.00
Scala	4.00

Tabella 12: Sovraccarico accidentale dei solai intermedi

8. COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni agenti sulla struttura sono combinate in base alla Normativa Tecnica vigente NTC18. Si riportano di seguito i criteri e le espressioni generiche delle combinazioni di carico nel caso di verifiche allo Stato Limite Ultimo e Stato Limite di Esercizio.

Nella definizione delle combinazioni delle azioni, i termini Q_{kj} rappresentano le azioni variabili di diversa natura che possono agire contemporaneamente: Q_{k1} rappresenta l'azione variabile di base e Q_{k2} , Q_{k3} , ... le azioni variabili d'accompagnamento, che possono agire contemporaneamente a quella di base.

Nel caso specifico la contemporaneità dei carichi si riferisce a:

- Sovraccarichi accidentali;
- Carichi da neve;
- Carichi da vento;
- Azione sismica.

L'azione sismica si considera contemporaneamente ad una combinazione quasi permanente dei carichi gravitazionali, per i quali, i valori di vento e neve sono moltiplicati per un coefficiente parziale di combinazione nullo. Pertanto, solo con riferimento alle prime 3 tipologie di carico, la combinazione di carico va sviluppata considerando dominante ognuno dei 3 carichi. Si noti che la presenza dell'azione del vento e della neve è analizzata solo in copertura, mentre per i solai intermedi è stata considerata la presenza del solo sovraccarico accidentale.

Nel seguito sono indicati con pedice k i valori caratteristici; senza pedice k i valori nominali. La **Tabella 13** riporta i coefficienti di combinazione da adottarsi per gli edifici civili e industriali di tipo corrente.

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 13: Valori dei coefficienti di combinazione (Tab. 2.5.I della NTC18)

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 . Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.), non essenziali nel caso in esame.

Nelle diverse formulazioni il simbolo “+” va inteso come somma funzionale (combinato con) e non algebrica. Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni definite nel § 2.5.3.

Fatte salve tutte le prescrizioni fornite nei capitoli delle NTC18 e relativa Circolare esplicativa, la **Tabella 14** riporta i valori dei coefficienti parziali da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Tabella 14: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU (Tab. 2.6.I della NTC18)

Nella **Tabella 14** il significato dei simboli è il seguente:

- γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;
- γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Per le verifiche delle strutture in legno, è necessario tenere conto delle classi di durata del carico nelle combinazioni. In particolare, le diverse azioni di progetto devono essere assegnate ad una delle classi di durata del carico elencate nella **Tabella 15**.

Classe di durata del carico	Durata del carico
Permanente	più di 10 anni
Lunga durata	6 mesi - 10 anni
Media durata	1 settimana – 6 mesi
Breve durata	meno di 1 settimana
Istantaneo	--

Tabella 15: Classi di durata del carico (Tab. 4.1.I della NTC18)

Le classi di durata del carico si riferiscono a un carico costante attivo per un certo periodo di tempo nella vita della struttura. Per un'azione variabile la classe appropriata deve essere determinata in funzione dell'interazione fra la variazione temporale tipica del carico nel tempo e le proprietà reologiche dei materiali.

Ai fini del calcolo in genere si può assumere quanto segue:

- il peso proprio e i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della struttura, appartengono alla classe di durata permanente;
- i carichi permanenti suscettibili di cambiamenti durante il normale esercizio della struttura e i carichi variabili relativi a magazzini e depositi, appartengono alla classe di lunga durata;
- i carichi variabili degli edifici, ad eccezione di quelli relativi a magazzini e depositi, appartengono alla classe di media durata;
- il sovraccarico da neve riferito al suolo q_{sk} , calcolato in uno specifico sito ad una certa altitudine, è da attribuire ad una classe di durata del carico da considerarsi in funzione delle caratteristiche del sito per altitudini di riferimento a_s inferiori a 1000 m, mentre è da considerarsi almeno di media durata per altitudini a_s superiori o uguali a 1000 m;
- l'azione del vento medio appartiene alla classe di breve durata;
- l'azione di picco del vento e le azioni eccezionali in genere appartengono alla classe di durata istantanea.

9. ANALISI E VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano i risultati delle analisi e delle verifiche strutturali eseguite in ottemperanza a quanto previsto nella Normativa Tecnica vigente NTC18. La verifica sismica è stata omessa, coerentemente con quanto disciplinato dall'attuale normativa vigente NTC18 per interventi classificabili come locali, quali gli interventi oggetto della presente relazione. Pertanto, si provvederà come esplicitato nel seguito, ad effettuare verifiche squisitamente gravitazionali in accordo agli Stati Limite.

9.1. Solaio in legno lamellare – Piano primo

9.1.1. Connessione a taglio

La connessione a taglio del profilato metallico esistente con la soletta in calcestruzzo armato viene assicurata mediante l'installazione di connettori a taglio *Tecnaria CTF*; il connettore dispone di Valutazione Tecnica Europea ETA n. 18/0447.

Nello specifico, i connettori *Tecnaria* presentano le seguenti caratteristiche:

- Caratteristiche meccaniche di resistenza e deformazione superiori a quelle di un connettore saldato di pari diametro in S235;
- fissaggio non influenzato dal trattamento superficiale delle parti collegate (verniciatura o zincatura), dalla presenza di un'eventuale lamiera grecata, dalle condizioni climatiche (umidità e basse temperature);
- posa in opera realizzabile da manodopera non specializzata;
- connessione realizzabile in cantiere senza disporre d'impianti costosi ed ingombranti;
- controllo del fissaggio effettuabile a vista;
- assenza di fumi tossici.

Sia l'Eurocodice 4 sia la norma CNR 10016 prevedono due tipi di connessione:

- *Connessione a completo ripristino di resistenza*: numero tale di connettori a scorrimento che fa sì che aumentandone il numero non si incrementa la resistenza flessionale dell'elemento. La sezione mista in tal caso ha come

limite di resistenza il minore tra i due contributi di resistenza della parte tesa e della parte compressa. Il dimensionamento dei connettori è proporzionale alla geometria della sezione e alle proprietà resistenti dei materiali e non alle azioni applicate al solaio. Ciò vuol dire che se una trave mista è per qualche motivo sovradimensionata rispetto alle esigenze anche il numero di connettori sarà parimenti sovradimensionato. Il numero di connettori calcolato per la connessione a completo ripristino è un numero di riferimento (N_f) utilizzato per il calcolo della resistenza e della freccia anche in parziale ripristino della resistenza.

- *Connessione a parziale ripristino di resistenza:* aumentando il numero di connettori a taglio si incrementa la resistenza flessionale dell'elemento. La connessione è parziale e il contributo a compressione del calcestruzzo non sarà il massimo possibile ma sarà limitato dalla resistenza a scorrimento che i connettori posizionati saranno in grado di assicurare. Il numero minimo di connettori posizionabili è teoricamente quello equivalente allo scorrimento necessario perché la sezione sia in grado di sviluppare un momento resistente plastico per lo meno uguale al massimo momento agente. Il dimensionamento dei connettori è proporzionale in questo caso alle azioni e non alle geometrie.

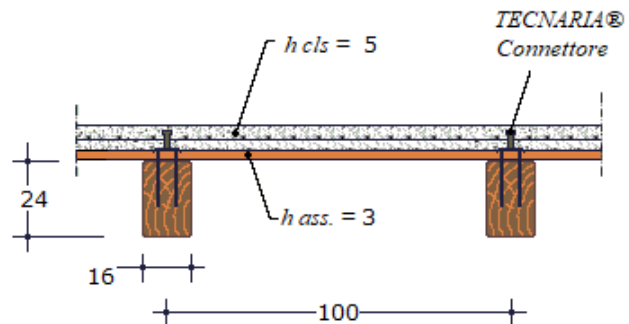
Al di sotto una certa quantità di connettori ($0.4 N_f$ per luci $< 5\text{m}$; $(0.25 + 0.03 L) N_f$ per luci comprese tra i 5 e 25 m) la connessione non è più considerevole duttile ed il legame tra momento resistente e numero di connettori segue una legge differente (quella per i connettori non duttili). Si noterà quindi in corrispondenza al passaggio di tale limite un brusco calo di resistenza.

Il calcolo è stato eseguito in parziale ripristino di resistenza, utilizzando come minimo il rapporto $N/N_f \geq 0.4$. In questo modo il connettore rimane nel campo di duttilità e si può avere influenza sulla deformabilità, in ogni caso calcolata (come da ENV1994-1-1).

I risultati di seguito descritti si ottengono esclusivamente con l'utilizzo dei connettori Tecnaria.

Caratteristiche geometriche del connettore tipo Tecnaria CTF 12/40:

- Diametro del gambo: 12 mm
- Altezza dei connettori: 40 mm
- Resistenza caratteristica connettore F_k : 13150 N
- Rigidezza connettore in esercizio K_{ser} : 5370 N/mm
- Rigidezza connettore ultima K_u : 3505 N/mm



Luce della trave = 470

N.B.: Misure espresse in cm

Figura 9: Sezione tipo rinforzata con connettori Tecnaria CTF

9.1.2. Coefficienti di sicurezza

Azioni:

▪ Permanenti strutturali:	1.30
▪ Permanenti non strutturali:	1.30
▪ Variabili:	1.50

Materiali:

▪ Calcestruzzo:	1.50
▪ Connettori:	1.50
▪ Acciaio per barre:	1.15

9.1.3. Verifica Solaio

Nel seguito si riportano le verifiche allo SLU, in termini di flessione e taglio, e allo SLE, in funzione della deformabilità degli elementi strutturali.

Geometria

Spessore soletta: 5 cm

Spessore assito/pianelle/tavole: 3 cm

Spessore isolante: 0 cm

Interasse travi: 100 cm

Base travi: 16 cm

Altezza travi: 24 cm

Luce travi: 470 cm

Larghezza soletta collaborante: 100.0 cm

I connettori Tecnar MAXI 12/ 40 sono posati su tavolato continuo e hanno una spaziatura costante di 23.0 cm.

L'armatura nella soletta in calcestruzzo considerata per le verifiche è una rete elettrosaldata con maglia quadrata composta da tondini di diametro 6 mm e passo 20 cm.

VERIFICHE FASE INIZIALE (SOLO LEGNO)

Verifica a flessione e taglio (SLU)

Momento di 1° fase: 5.52 kNm

Taglio di 1° fase: 4.70 kN

LEGNO - flessione: 0.25 $\leq$ 1.00

LEGNO - taglio: 0.27 N/mm² $\leq$ 1.93 N/mm²

Freccia di 1° fase: 4.61 mm

VERIFICHE FASE MISTA

Verifica a flessione e taglio (SLU)

- Momento massimo: 5.52 + 19.25 kNm

Taglio massimo: 4.70 + 16.38 kN

- Verifiche a tempo zero

CLS - tensione max: 4.95 N/mm² $\leq$ 14.17 N/mm²

CLS - tensione min: -3.72 N/mm²

LEGNO - tensoflessione: 0.86 $\leq$ 1.00

LEGNO - taglio: 1.00 N/mm² $\leq$ 1.93 N/mm²

CONN. - taglio: 6037 N $\leq$ 7013 N

- Verifiche a tempo infinito

CLS - tensione max: 3.87 N/mm² $\leq$ 14.17 N/mm²

CLS - tensione min: -2.46 N/mm²

LEGNO - tensoflessione: 0.86 $\leq$ 1.00

LEGNO - taglio: 1.01 N/mm² $\leq$ 1.93 N/mm²

CONN. - taglio: 6866 N $\leq$ 7013 N

Verifica di deformabilità (SLE)

Limite freccia istantanea carichi variabili: $L/500 = 9.40$ mm

Limite freccia attiva: 1: Finiture fragili = 9.40 mm

Limite freccia finale comb. quasi perm.: $L/250 = 18.80$ mm

EJ a tempo zero: 3825.9 kNm²

EJ a tempo infinito: 2253.8 kNm²

Freccia istantanea car. var.: 4.98 mm $\leq$ 9.40 mm

Freccia attiva: 9.40 mm ≤ 9.40 mm

Freccia a tempo infinito: 16.66 mm ≤ 18.80 mm

9.2. Scala in legno lamellare

Nel seguito, si riportano le verifiche allo SLU e allo SLE rispettivamente in termini di capacità e spostamenti. I valori delle sollecitazioni e degli abbassamenti sono stati ricavati dal modello strutturale introdotto precedentemente.

9.2.1. Verifica del cosciale

9.2.1.1. Verifica a presso-flessione

Nel caso di sforzo normale di compressione accompagnato da sollecitazioni di flessione attorno ai due assi principali dell'elemento strutturale, devono essere soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Nel caso in esame, le formule precedenti si semplificano data l'assenza di flessione rispetto l'asse y:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Il coefficiente k_m tiene conto convenzionalmente della ridistribuzione delle tensioni e della disomogeneità del materiale nella sezione trasversale e vale 0.7 per sezioni rettangolari.

Il modulo di resistenza W è pari a 0.00067 m³.

Comb.	Media	Permanente
k_{mod} [-]	0.8	0.6
$\sigma_{c,o,d}$ [MPa]	0.22	0.08
$\sigma_{m,z,d}$ [MPa]	11.07	4.10
$f_{c,o,d}$ [MPa]	13.24	9.93
$f_{m,z,d}$ [MPa]	13.24	9.93
$(\sigma_{c,o,d}/f_{c,o,d})^2 + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$	0.84	0.41

Tabella 16: Riepilogo delle verifiche a pressoflessione per le diverse combinazioni dei carichi

Le verifiche a flessione risultano soddisfatte.

9.2.1.2. Verifica a taglio

Per la verifica a taglio, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove:

- τ_d è la massima tensione tangenziale di progetto, valutata secondo la teoria di Jourawski, considerando una larghezza di trave opportunamente ridotta per la presenza di eventuali fessurazioni;
- $f_{v,d}$ è la corrispondente resistenza di progetto a taglio.

Nella valutazione della τ_d è opportuno considerare l'influenza delle fessurazioni presenti nell'elemento strutturale utilizzando al posto della larghezza b della sezione trasversale una larghezza efficace b_{ef} [CNR DT 206-R1/2018] data dalla seguente relazione:

$$b_{ef} = k_{ef} b$$

dove b è la larghezza della sezione dell'elemento e k_{ef} è un coefficiente pari a 0.67 per il legno lamellare incollato.

Comb.	Media	Permanente
k_{ef} [-]	0.67	0.67
τ_d [MPa]	1.32	0.44
$f_{v,d}$ [MPa]	1.93	1.45
$t_d/f_{v,d}$	0.68	0.30

Tabella 17: Riepilogo delle verifiche a taglio per le diverse combinazioni di carico

Le verifiche a taglio risultano soddisfatte.

9.2.1.3. Verifica di deformabilità

Le deformazioni di una struttura, dovute agli effetti delle azioni applicate, degli stati di coazione, delle variazioni di umidità e degli scorrimenti nelle unioni, devono essere contenute entro limiti accettabili, sia in relazione ai danni che possono essere indotti ai materiali di rivestimento, ai pavimenti, alle tramezzature e, più in generale, alle finiture, sia in relazione ai requisiti estetici ed alla funzionalità dell'opera. Considerando il particolare comportamento reologico del legno e dei materiali derivati dal legno, si devono valutare sia la deformazione istantanea sia la deformazione a lungo termine.

La deformazione a lungo termine può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore $1/(1 + k_{def})$, per le membrature, e utilizzando un valore ridotto nello stesso modo del modulo di scorrimento dei collegamenti.

La freccia (valore dello spostamento ortogonale all'asse dell'elemento) netta di un elemento inflesso è data dalla somma della freccia istantanea f_{ist} , dello spostamento differito dovuto agli effetti viscosi f_{creep} , dedotta dalla eventuale controfreccia f_c (qualora presente).

$$f_f = f_{ist} + f_{creep} - f_c$$

La freccia istantanea è calcolata con riferimento alla combinazione rara mentre la freccia dovuta agli effetti viscosi si calcola in relazione alla combinazione dei

carichi quasi permanente riducendo opportunamente il modulo elastico del materiale in funzione al coefficiente k_{def} .

Nel caso in esame, non è previsto l'utilizzo di una controfreccia.

In base a quanto previsto dalla Normativa Tecnica vigente NTC18, la freccia istantanea, dovuta ai soli carichi variabili nella combinazione di carico rara, deve risultare inferiore a $L/300$ con L pari alla luce dell'elemento mentre la freccia finale deve risultare inferiore a $L/200$.

EI	766.7	kNm^2
k_{def}	0.8	-
f_{ist}	0.008	m
f_{creep}	0.008	m
f	0.015	m
$L/300$	0.013	m
$L/200$	0.019	m
$f_{ist} < L/300$	0.61	-
$f < L/200$	0.80	-

Le verifiche di deformabilità sono soddisfatte.

9.2.2. Verifica del pilastro

9.2.2.1. Verifica a sforzo normale

La verifica a sforzo normale viene eseguita per la verifica dei pilastri in legno lamellare di sezione 100x100. La verifica consiste nel soddisfare la seguente condizione:

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$$

Dove:

- $\sigma_{c,0,d}$ è la tensione di compressione agente;
- $f_{c,0,d}$ è la corrispondente resistenza di progetto a compressione.

La verifica è stata eseguita solo per la sollecitazione inerente alla combinazione di media durata essendo la condizione più gravosa per l'elemento strutturale in esame.

Comb.	Media durata
P [kN]	15.00
$\sigma_{c,0,d}$ [MPa]	0.59
$f_{c,0,d}$ [MPa]	13.24
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})$	0.04

Tabella 18: Riepilogo delle verifiche a sforzo normale

Le verifiche a sforzo normale risultano soddisfatte.

9.2.3. Verifica gradino

Nel seguito, si riportano le verifiche allo SLU e allo SLE sulla base di quanto descritto in precedenza per il gradino della scala. La verifica è stata eseguita solo per la sollecitazione inerente alla combinazione di media durata essendo la condizione più gravosa per l'elemento strutturale in esame.

9.2.3.1. Verifica a flessione

Modulo di resistenza

W 0.00004 m³

Combinazione delle azioni di "media durata"

$q_{E,d}$ 1.60 kN/m

$M_{E,d}$ 0.20 kNm

$\sigma_{m,z,d}$ 5.14 MPa

$f_{m,d}$ 14.57 MPa

$\sigma_{m,z,d}/f_{m,d}$ 0.35 -

9.2.3.2. Verifica a taglio

Combinazione delle azioni di "media durata"

$q_{E,d}$ 1.60 kN/m

$V_{E,d}$ 0.80 kN

τ_d 0.23 MPa

$f_{v,d}$ 1.93 MPa

$\tau_d/f_{v,d}$ 0.12 -

9.2.3.3. Verifica di deformabilità

q_{RARA} 1.07 kN/m

q_{QP} 0.34 kN/m

EI 6.7 kNm²

k_{def} 0.8 -

f_{ist} 0.002 m

f_{creep} 0.001 m

f 0.003 m

$L/300$ 0.003 m

$L/200$ 0.005 m

$f_{ist} < L/300$ 0.62 -

$f < L/200$ 0.66 -

9.2.4. Verifica collegamenti

Tutte le connessioni sono state verificate in accordo ai manuali di progetto forniti dal produttore. Per ogni connessione è stata considerata la condizione peggiorativa.

10. CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esaustivamente trattato nella presente relazione di calcolo, gli interventi proposti risultano pienamente verificati in accordo a quanto prestabilito nel quadro normativo vigente.

Napoli, 27/09/2022

I verificatori delle strutture

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia

Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi



The stamp is circular with the text "ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI" around the perimeter. Inside, it reads "Dott. Ing. Registrato in Napoli", "GIANCARLO RAMAGLIA", "INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE", "- SEZIONE A -", "N° ISCRIZIONE: 20911", and a small star at the bottom.



The stamp is circular with the text "ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI" around the perimeter. Inside, it reads "Dott. Ing. Registrato in Napoli", "STEFANO BELLIAZZI", "INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE", "- SEZIONE A -", "N° ISCRIZIONE: 21305", and a small star at the bottom.

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE	Università degli Studi del Molise
TECNICO INCARICATO	 Prof. arch. Giulio Pane
CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO	Prof. arch. Andrea Pane
COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO	Prof. Fulvia Ciliberto
VERIFICHE STRUTTURALI	Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi

RELAZIONE SUI MATERIALI

Data: settembre 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
26

Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Data consegna
27/09/2022

Relazione dei materiali



OGGETTO:

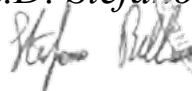
*Analisi strutturale e consolidamento di siti archeologici: Villa dei Neratii
nei pressi del Comune di San Giuliano del Sannio, consolidamento e
restauro*


Ordine degli Ingegneri della Provincia di Campobasso
GIANCARLO RAMAGLIA
- SEZIONE A -
N° ISCRIZIONE:
20911

Studio incaricato

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia

Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi


Ordine degli Ingegneri della Provincia di Campobasso
STEFANO BELLIAZZI
- SEZIONE A -
N° ISCRIZIONE:
21305

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
3. PROPRIETA' DEI MATERIALI.....	5
3.1. Legno lamellare.....	5
3.2. Calcestruzzo per calcestruzzo armato	10
3.3. Acciaio per calcestruzzo armato ordinario	12



1. PREMESSA

La presente relazione descrive i principali materiali adottati per gli interventi di consolidamento finalizzati al restauro e conservazione dell'area archeologica di Villa dei Neratii nei pressi del Comune di San Giuliano del Sannio (CB).

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La struttura in esame è stata verificata e consolidata in accordo alle attuali normative vigenti:

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 NTC2018 - Normativa tecnica costruzioni NTC 2018;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- CNR-DT 215/2018. Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica. CNR – Commissione di Studio per la Predisposizione e l'Analisi di Norme Tecniche relative alle costruzioni;
- D.P.C.M del 9 febbraio 2011 "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica." e successive modifiche ed integrazioni;
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Circ. n.11651 del14/02/1974";
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Luglio 2006.

3. PROPRIETA' DEI MATERIALI

3.1. Legno lamellare

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato e legno massiccio incollato debbono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14080.

Le singole tavole, per la composizione di legno lamellare, dovranno soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 14081-1 al fine di garantirne una corretta attribuzione ad una classe di resistenza.

Le caratteristiche dei materiali impiegate, per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione, sono riferite al legno lamellare appartenente alla categoria GL24h, le cui proprietà meccaniche sono riportate in **Tabella 1**.

Il legame costitutivo di riferimento è un legame elastico lineare definito dal modulo elastico e dalla resistenza massima.

I valori di progetto per le proprietà del materiale a partire dai valori caratteristici si assegnano quindi con riferimento combinato alle classi di servizio e alle classi di durata del carico.

In particolare, il valore di progetto X_d di una proprietà del materiale (o della resistenza di un collegamento) viene calcolato mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{mod} X_k}{\gamma_M}$$

dove:

- X_k è il valore caratteristico della proprietà del materiale, come specificato al § 11.7 della NTC18, o della resistenza del collegamento. Il valore caratteristico X_k può anche essere determinato mediante prove sperimentali sulla base di prove svolte in condizioni definite dalle norme europee applicabili;
- γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, i cui valori sono riportati nella **Tabella 2**;

- k_{mod} è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico sia dell'umidità della struttura. I valori di k_{mod} sono riportati nella **Tabella 3**.

GL24h		
Resistenze [MPa]		
Flessione	$f_{m,k}$	24
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	19.2
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	24
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	
Taglio	$f_{v,k}$	
Rolling shear	$f_{r,k}$	
Rigidezze [MPa]		
Modulo di elasticità parallelo medio	$E_{0,mean}$	11 500
Modulo di elasticità parallelo 5-percentile	$E_{0,05}$	9 600
Modulo di elasticità perpendicolare medio	$E_{90,mean}$	
Modulo di elasticità perpendicolare 5-percentile	$E_{90,05}$	
Modulo di taglio medio	G_{mean}	
Modulo di taglio 5-percentile	G_{05}	
Modulo di taglio rotolamento medio	$G_{r,mean}$	
Modulo di taglio rotolamento 5-percentile	$G_{r,05}$	
Massa volumica (kg/m ³)		
Massa volumica caratteristica	ρ_k	385
Massa volumica media	ρ_{mean}	420

Tabella 1: Proprietà meccaniche del legno lamellare, classe GL24h

Se una combinazione di carico comprende azioni appartenenti a differenti classi di durata del carico si dovrà scegliere un valore di k_{mod} che corrisponde all'azione di minor durata.

Il coefficiente γ_M è stato valutato secondo la colonna A della **Tabella 2**, assumendo un valore di γ_M pari a 1.45. I valori riportati nella colonna B sono riferiti alle produzioni continuative di elementi o strutture, soggette a controllo continuativo del materiale dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valor medio) della resistenza non superiore al 15%.

Stati limite ultimi	Colonna A γ_M	Colonna B γ_M
combinazioni fondamentali		
legno massiccio	1,50	1,45
legno lamellare incollato	1,45	1,35
pannelli di tavole incollate a strati incrociati	1,45	1,35
pannelli di particelle o di fibre	1,50	1,40
LVL, compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40	1,30
unioni	1,50	1,40
combinazioni eccezionali	1,00	1,00

Tabella 2: Coefficienti parziali γ_M per le proprietà dei materiali (Tab. 4.4.III della NTC18)

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico				
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Legno lamellare incollato (*)	UNI EN 14080	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Compensato	UNI EN 636:2015	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Pannello di scaglie orientate (OSB)	UNI EN 300:2006	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85
		OSB/3	1	0,40	0,50	0,70	0,90
		OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70
Pannello di particelle (truciolare)	UNI EN 312 :2010	Parti 4, 5	1	0,30	0,45	0,65	0,85
		Parte 5	2	0,20	0,30	0,45	0,60
		Parti 6, 7	1	0,40	0,50	0,70	0,90
		Parte 7	2	0,30	0,40	0,55	0,70
Pannello di fibre, pannelli duri	UNI EN 622-2:2005	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85
		HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60
		MBH.LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80
Pannello di fibre, pannelli semiduri	UNI EN 622-3:2005	MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80
			2	-	-	-	0,45
Pannello di fibra di legno, ottenuto per via secca (MDF)	UNI EN 622-5:2010	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45

Tabella 3: Valori di k_{mod} per legno e prodotti strutturali a base di legno (Tab. 4.4.IV della NTC18)

Di seguito si riportano i principali valori delle resistenze di progetto utilizzati per le verifiche per le classi di durata del carico di media durata e permanente a cui corrispondono rispettivamente dei valori di k_{mod} di 0.8 e 0.6.

Classe di durata del carico: media durata			
Res. di progetto a flessione	$f_{m,d}$	14.1	MPa
Res. di progetto a trazione	$f_{t,o,d}$	11.3	MPa
Res. di progetto a compressione	$f_{c,o,d}$	13.2	MPa
Res. di progetto a taglio	$f_{v,d}$	1.9	MPa
Classe di durata del carico: permanente			
Res. di progetto a flessione	$f_{m,d}$	10.6	MPa
Res. di progetto a trazione	$f_{t,o,d}$	8.5	MPa
Res. di progetto a compressione	$f_{c,o,d}$	9.9	MPa
Res. di progetto a taglio	$f_{v,d}$	1.4	MPa

Tabella 4: Valori delle resistenze di progetto utilizzati per le classi di durata del carico di media durata e permanente

Per le verifiche allo Stato Limite di Esercizio, la deformazione a lungo termine può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore $1/(1 + k_{def})$, per le membrature, e utilizzando un valore ridotto nello stesso modo del modulo di scorrimento dei collegamenti. Il coefficiente k_{def} tiene conto dell'aumento di deformabilità con il tempo causato dall'effetto combinato della viscosità, dell'umidità del materiale e delle sue variazioni. I valori di k_{def} sono riportati nella **Tabella 5**.

Materiale	Riferimento	Classe di servizio		
		1	2	3
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Legno lamellare incollato *	UNI EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	0,60	0,80	2,00
Compensato	UNI EN 636:2015	0,80	-	-
		0,80	1,00	-
		0,80	1,00	2,50
Pannelli di scaglie orientate (OSB)	UNI EN 300:2006	OSB/2	2,25	-
		OSB/3 OSB/4	1,50	2,25
Pannello di particelle (truciolare)	UNI EN 312:2010	Parte 4	2,25	-
		Parte 5	2,25	3,00
		Parte 6	1,50	-
		Parte 7	1,50	2,25
Pannello di fibre, pannelli duri	UNI EN 622-2:2005	HB.LA	2,25	-
		HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00
Pannello di fibre, pannelli semiduri	UNI EN 622-3:2005	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	-
		MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00
Pannello di fibra di legno, ottenuto per via secca (MDF)	UNI EN 622-5:2010	MDF.LA	2,25	-
		MDF.HLS	2,25	3,00

Tabella 5: Valori di k_{def} per legno e prodotti strutturali a base di legno (Tab. 4.4.V della NTC18)

Per definire il coefficiente k_{def} , è necessario assegnare la struttura ad una delle 3 classi di servizio elencate nella **Tabella 6**. Il sistema delle classi di servizio ha lo scopo di definire la dipendenza delle resistenze di progetto e dei moduli elastici del legno e materiali da esso derivati dalle condizioni ambientali.

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20 °C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20 °C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

Tabella 6: Classi di servizio (Tab. 4.4.II della NTC18)

Tenendo conto della destinazione d'uso e dell'ubicazione del solaio all'interno della struttura, è stata stimata una classe di servizio 2 a cui corrisponde un valore di k_{def} pari a 0.80.

3.2. Calcestruzzo per calcestruzzo armato

Con riferimento al calcestruzzo, per la realizzazione della soletta armata, sarà utilizzato un conglomerato cementizio strutturale C25/30 rispondente pienamente alle vigenti Norme Tecniche NTC18.

Caratteristiche calcestruzzo armato														
N _{id}	γ_k	$\alpha_{T,i}$	E	G	C _{Erid}	St _z	R _{ck}	R _{cm}	% R _c _k	γ_c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{cfm}	n _{Ac}
	[N/m ³]]	[1/°C]	[N/mm ²]]	[N/mm ²]]	[%]		[N/mm ²]]	[N/mm ²]]			[N/mm ²]]	[N/mm ²]]	[N/mm ²]]	
CIs C25/30														
00 1	25 000	0,00001 0	31 447	13 103	60	P	30,00	-	0,85	1,5 0	14,11	1,19	3,07	1 5 00 4

LEGENDA:

- N_{id} Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
- γ_k Peso specifico.
- $\alpha_{T,i}$ Coefficiente di dilatazione termica.
- E Modulo elastico normale.
- G Modulo elastico tangenziale.
- C_{Erid} Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [$E_{sisma} = E \cdot C_{Erid}$].
- St_z Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
- R_{ck} Resistenza caratteristica cubica.
- R_{cm} Resistenza media cubica.
- % R_c Percentuale di riduzione della R_{ck}
- _k
- γ_c Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
- f_{cd} Resistenza di calcolo a compressione.
- f_{ctd} Resistenza di calcolo a trazione.
- f_{cfm} Resistenza media a trazione per flessione.
- n_{Ac} Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

Il calcestruzzo, detto anche beton di cemento, è un conglomerato costituito da materiali inerti (sabbia e ghiaia o pietrisco) tenuti insieme e saldati tra loro da una malta di cemento ed acqua, in modo da dare origine ad una massa monolitica, dura e resistente.

I materiali componenti il calcestruzzo non devono contenere sostanze nocive in quantità tali che possano compromettere la durabilità del calcestruzzo o causare

corrosione dell'armatura e devono essere idonei all'impiego previsto nel calcestruzzo.

Se per un materiale componente è stabilita una idoneità generale, ciò non implica che essa valga in ogni situazione e per ogni composizione del calcestruzzo.

Nel calcestruzzo conforme alla UNI EN 206 devono essere utilizzati solo i componenti di idoneità accertata per la specifica applicazione.

Qualora per un particolare materiale componente non vi sia una norma europea che si riferisca specificatamente al suo utilizzo nel calcestruzzo conforme alla UNI EN 206, o qualora vi sia già una norma europea che non includa il particolare componente, o qualora il componente si scosti significativamente dalla norma europea, l'accertamento dell'idoneità può risultare da:

- un benessere tecnico europeo che si riferisce specificatamente all'utilizzo del materiale componente nel calcestruzzo conforme alla UNI EN 206;
- norme o disposizioni nazionali pertinenti, valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo, che si riferiscono specificatamente all'utilizzo del materiale componente nel calcestruzzo conforme alla UNI EN 206.

3.3. Acciaio per calcestruzzo armato ordinario

L'acciaio da utilizzare deve provenire da uno stabilimento qualificato e deve essere controllato in stabilimento secondo le procedure descritte dalle norme tecniche (NTC18 paragrafo 11.3.2.1). Deve quindi essere sempre marchiato ed accompagnato dalla relativa documentazione, in particolare:

- dichiarazione di conformità CE o attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale riportanti un timbro in originale e almeno la data di spedizione ed il destinatario;
- documento di trasporto che indichi lo stabilimento di provenienza, le dimensioni, il tipo, la quantità ed il destinatario.

Nel caso di acciaio lavorato in centri di trasformazione questi ultimi sono tenuti ad effettuare i controlli previsti nelle Norme Tecniche e ad accompagnare la fornitura in cantiere con:

- documento di trasporto con dichiarazione degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata.

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche e proprietà dell'acciaio B450C.

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo f_{tk}	$\geq f_{t\text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
	$< 1,35$	
$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\text{ mm}$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16\text{ mm}$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25\text{ mm}$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40\text{ mm}$	10 ϕ	

Tabella 7: Caratteristiche meccaniche dell'acciaio per c.a. B450C

Napoli, 27/09/2022

I verificatori delle strutture

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia

Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI
Sezione A - Ingegneria in Napoli
GIANCARLO RAMAGLIA
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
- SEZIONE A -
N° ISCRIZIONE:
20911



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI
Sezione A - Ingegneria in Napoli
STEFANO BELLIAZZI
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
- SEZIONE A -
N° ISCRIZIONE:
21305

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

VERIFICHE STRUTTURALI

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia
Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi

GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Data: settembre 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
27

Comune di San Giuliano del Sannio

Provincia di Campobasso

Data consegna

27/09/2022

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati



OGGETTO:

Analisi strutturale e consolidamento di siti archeologici: Villa dei Neratii nei pressi del Comune di San Giuliano del Sannio, consolidamento e restauro



Studio incaricato

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia

Ing. Ph.D. Stefano Belliazzzi



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	3
3. TIPO DI ANALISI SVOLTA	3
4. CODICI DI CALCOLO ED AFFIDABILITÀ.....	4
5. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	4
6. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELEABORAZIONE	5
7. VALIDAZIONE DEI CODICI DI CALCOLO	5
8. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	6



1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano alcuni controlli effettuati per verificare l'attendibilità dei risultati forniti dal software impiegato. Infatti, al capitolo 10 delle NTC18, è specificato che spetta al progettista il compito di sottoporre i risultati a controlli che ne comprovino l'attendibilità.

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il presente documento è stato sviluppato sulla base di quanto specificato nel seguente quadro normativo:

- NTC18, D.M. del 17 gennaio 2018 - “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”;
- Circolare n. 7 C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019 - “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

3. TIPO DI ANALISI SVOLTA

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni.

L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica lineare utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica lineare secondo le disposizioni dei capitoli 3 e 7 delle NTC2018. L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla discretizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le

incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi. La verifica degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

4. CODICI DI CALCOLO ED AFFIDABILITÀ

L'analisi è stata eseguita con il software PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program, prodotto dalla 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Via Garibaldi, 90, 44121, Ferrara (FE), Italia. In merito al punto 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (Affidabilità dei codici utilizzati), si fa riferimento al Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST", il quale contiene un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Dopo aver effettuato l'esame preliminare di valutazione dell'affidabilità e soprattutto dell'idoneità del programma nel caso specifico di applicazione, il programma di calcolo adottato è stato ritenuto idoneo per il caso specifico.

5. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tali da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. In particolare la relazione di calcolo oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini, almeno per le parti più sollecitate della struttura, tale da avere una sintesi completa e efficace del comportamento della struttura per ogni tipo di analisi svolta.

6. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELEABORAZIONE

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione, del non rispetto delle limitazioni geometriche e di dettagli costruttivi e della presenza di elementi non verificati. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabulare, la quasi totalità dei dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

7. VALIDAZIONE DEI CODICI DI CALCOLO

La struttura in progetto non è relativa ad un'opera di particolare complessità, per questo non sono stati eseguiti controlli incrociati sui risultati di calcolo, attraverso l'esecuzione nuovamente dei calcoli mediante programmi di calcolo diversi da quelli usati originariamente.

In ogni caso, si è proceduto a valutare manualmente l'analisi dei carichi e le sollecitazioni di picco associate.

I risultati ottenuti dal calcolo manuale e dal software di calcolo adottato sono simili e caratterizzati da una variazione trascurabile (inferiore al 3%).

8. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

Sulla base di quanto riportato, si può asserire che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Napoli, 27/09/2022

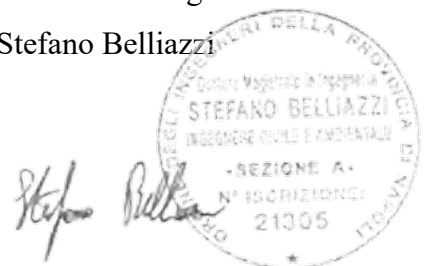
I verificatori delle strutture

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia

Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi



The stamp is circular with the text "ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI" around the perimeter. Inside, it reads "Dottore Magistrale in ingegneria", "GIANCARLO RAMAGLIA", "SEZIONE A", and "N° ISCRIZIONE: 20911".



The stamp is circular with the text "ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI" around the perimeter. Inside, it reads "Dottore Magistrale in ingegneria", "STEFANO BELLIAZZI", "INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE", "SEZIONE A", and "N° ISCRIZIONE: 21305".

REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

VERIFICHE STRUTTURALI

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia
Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi

TABULATI DI CALCOLO

Data: settembre 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
28

Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Data consegna
27/09/2022

Tabulati di calcolo



OGGETTO:

*Analisi strutturale e consolidamento di siti archeologici: Villa dei Neratii
nei pressi del Comune di San Giuliano del Sannio, consolidamento e
restauro*



Studio incaricato

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia

Ing. Ph.D. Stefano Belliazzi



TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
1	0.000	SLU_media durata	-5.033	-5.452	0.073	-0.103	0.000	0.000	0.000
1	0.151	SLU_media durata	-4.973	-5.381	0.073	-0.103	-0.011	0.820	0.151
1	0.303	SLU_media durata	-4.913	-5.310	0.073	-0.103	-0.022	1.629	0.303
1	0.000	SLE_Quasi Permanente	-1.483	-1.665	0.025	-0.060	0.000	0.000	0.000
1	0.151	SLE_Quasi Permanente	-1.454	-1.630	0.025	-0.060	-0.004	0.250	0.151
1	0.303	SLE_Quasi Permanente	-1.424	-1.596	0.025	-0.060	-0.008	0.494	0.303
1	0.000	SLU_permanente	-0.963	-1.166	0.021	-0.082	0.000	0.000	0.000
1	0.151	SLU_permanente	-0.927	-1.124	0.021	-0.082	-0.003	0.173	0.151
1	0.303	SLU_permanente	-0.892	-1.082	0.021	-0.082	-0.006	0.340	0.303
1	0.000	SLE_Rara	-3.382	-3.665	0.049	-0.070	0.000	0.000	0.000
1	0.151	SLE_Rara	-3.341	-3.617	0.049	-0.070	-0.008	0.551	0.151
1	0.303	SLE_Rara	-3.300	-3.568	0.049	-0.070	-0.015	1.095	0.303
2	0.000	SLU_media durata	-4.332	-4.623	0.078	-0.103	-0.022	1.649	0.000
2	0.151	SLU_media durata	-4.272	-4.552	0.078	-0.103	-0.034	2.343	0.151
2	0.303	SLU_media durata	-4.212	-4.481	0.078	-0.103	-0.046	3.027	0.303
2	0.000	SLE_Quasi Permanente	-1.285	-1.431	0.026	-0.060	-0.008	0.505	0.000
2	0.151	SLE_Quasi Permanente	-1.256	-1.396	0.026	-0.060	-0.012	0.719	0.151
2	0.303	SLE_Quasi Permanente	-1.226	-1.362	0.026	-0.060	-0.016	0.928	0.303
2	0.000	SLU_permanente	-0.847	-1.028	0.023	-0.082	-0.006	0.357	0.000
2	0.151	SLU_permanente	-0.811	-0.987	0.023	-0.082	-0.010	0.509	0.151
2	0.303	SLU_permanente	-0.776	-0.945	0.023	-0.082	-0.013	0.655	0.303
2	0.000	SLE_Rara	-2.911	-3.109	0.052	-0.070	-0.015	1.108	0.000
2	0.151	SLE_Rara	-2.870	-3.060	0.052	-0.070	-0.023	1.575	0.151
2	0.303	SLE_Rara	-2.829	-3.012	0.052	-0.070	-0.031	2.035	0.303
3	0.000	SLU_media durata	-8.547	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.200	SLU_media durata	-8.486	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
3	0.400	SLU_media durata	-8.425	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400
3	0.000	SLE_Quasi Permanente	-2.559	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.200	SLE_Quasi Permanente	-2.529	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
3	0.400	SLE_Quasi Permanente	-2.499	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400
3	0.000	SLU_permanente	-1.711	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.200	SLU_permanente	-1.675	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
3	0.400	SLU_permanente	-1.639	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400
3	0.000	SLE_Rara	-5.749	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.200	SLE_Rara	-5.707	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
3	0.400	SLE_Rara	-5.665	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400
4	0.000	SLU_media durata	-13.640	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.200	SLU_media durata	-13.578	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
4	0.400	SLU_media durata	-13.517	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400
4	0.000	SLE_Quasi Permanente	-4.845	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.200	SLE_Quasi Permanente	-4.814	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
4	0.400	SLE_Quasi Permanente	-4.784	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400
4	0.000	SLU_permanente	-4.358	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.200	SLU_permanente	-4.321	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
4	0.400	SLU_permanente	-4.285	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400
4	0.000	SLE_Rara	-9.176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.200	SLE_Rara	-9.134	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
4	0.400	SLE_Rara	-9.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
5	0.000	SLU_media durata	-0.121	0.178	0.049	0.064	0.000	0.000	0.000
5	0.167	SLU_media durata	-0.121	0.280	0.049	0.064	-0.008	-0.038	0.167
5	0.167	SLU_media durata	0.086	0.138	0.036	0.073	0.017	0.140	0.000
5	0.333	SLU_media durata	0.086	0.240	0.036	0.073	0.011	0.109	0.167
5	0.333	SLU_media durata	0.175	0.263	0.037	0.045	0.009	0.247	0.000
5	0.500	SLU_media durata	0.175	0.365	0.037	0.045	0.003	0.195	0.167
5	0.500	SLU_media durata	0.189	0.405	0.015	0.033	0.003	0.286	0.000
5	0.667	SLU_media durata	0.189	0.507	0.015	0.033	0.001	0.210	0.167
5	0.667	SLU_media durata	0.243	0.589	-0.012	0.001	-0.001	0.256	0.000
5	0.833	SLU_media durata	0.243	0.691	-0.012	0.001	0.001	0.150	0.167
5	0.833	SLU_media durata	0.284	1.062	0.174	0.004	0.029	0.186	0.000
5	1.000	SLU_media durata	0.284	1.164	0.174	0.004	0.000	0.000	0.167
5	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.078	0.178	0.047	0.020	0.000	0.000	0.000
5	0.167	SLE_Quasi Permanente	-0.078	0.228	0.047	0.020	-0.008	-0.034	0.167
5	0.167	SLE_Quasi Permanente	0.008	0.078	0.010	0.023	0.006	0.035	0.000
5	0.333	SLE_Quasi Permanente	0.008	0.128	0.010	0.023	0.004	0.018	0.167
5	0.333	SLE_Quasi Permanente	0.056	0.098	0.014	0.016	0.003	0.068	0.000
5	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.056	0.148	0.014	0.016	0.001	0.048	0.167
5	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.070	0.127	0.006	0.016	0.001	0.084	0.000
5	0.667	SLE_Quasi Permanente	0.070	0.177	0.006	0.016	0.000	0.058	0.167
5	0.667	SLE_Quasi Permanente	0.109	0.179	-0.006	0.008	-0.001	0.080	0.000
5	0.833	SLE_Quasi Permanente	0.109	0.229	-0.006	0.008	0.000	0.046	0.167
5	0.833	SLE_Quasi Permanente	0.142	0.386	0.097	0.009	0.016	0.069	0.000
5	1.000	SLE_Quasi Permanente	0.142	0.436	0.097	0.009	0.000	0.000	0.167
5	0.000	SLU_permanente	-0.113	0.300	0.080	0.015	0.000	0.000	0.000
5	0.167	SLU_permanente	-0.113	0.360	0.080	0.015	-0.013	-0.055	0.167
5	0.167	SLU_permanente	-0.021	0.106	0.006	0.017	0.005	0.014	0.000
5	0.333	SLU_permanente	-0.021	0.166	0.006	0.017	0.004	-0.009	0.167
5	0.333	SLU_permanente	0.041	0.094	0.013	0.015	0.003	0.037	0.000
5	0.500	SLU_permanente	0.041	0.154	0.013	0.015	0.001	0.017	0.167
5	0.500	SLU_permanente	0.067	0.093	0.007	0.020	0.001	0.053	0.000
5	0.667	SLU_permanente	0.067	0.153	0.007	0.020	0.000	0.032	0.167
5	0.667	SLU_permanente	0.126	0.123	-0.008	0.016	-0.002	0.059	0.000
5	0.833	SLU_permanente	0.126	0.184	-0.008	0.016	0.000	0.033	0.167
5	0.833	SLU_permanente	0.178	0.358	0.130	0.016	0.022	0.065	0.000
5	1.000	SLU_permanente	0.178	0.419	0.130	0.016	0.000	0.000	0.167
5	0.000	SLE_Rara	-0.081	0.121	0.033	0.043	0.000	0.000	0.000
5	0.167	SLE_Rara	-0.081	0.191	0.033	0.043	-0.006	-0.026	0.167
5	0.167	SLE_Rara	0.058	0.093	0.024	0.049	0.012	0.094	0.000
5	0.333	SLE_Rara	0.058	0.163	0.024	0.049	0.008	0.073	0.167
5	0.333	SLE_Rara	0.118	0.177	0.025	0.030	0.006	0.166	0.000
5	0.500	SLE_Rara	0.118	0.247	0.025	0.030	0.002	0.131	0.167
5	0.500	SLE_Rara	0.127	0.272	0.010	0.023	0.002	0.193	0.000
5	0.667	SLE_Rara	0.127	0.342	0.010	0.023	0.000	0.141	0.167
5	0.667	SLE_Rara	0.164	0.396	-0.008	0.001	-0.001	0.172	0.000
5	0.833	SLE_Rara	0.164	0.466	-0.008	0.001	0.001	0.101	0.167
5	0.833	SLE_Rara	0.191	0.714	0.117	0.003	0.020	0.125	0.000
5	1.000	SLE_Rara	0.191	0.784	0.117	0.003	0.000	0.000	0.167

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
6	0.000	SLU_media durata	-0.348	-0.453	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.164	SLU_media durata	-0.287	-0.373	0.000	0.000	0.000	0.068	0.164
6	0.328	SLU_media durata	-0.226	-0.293	0.000	0.000	0.000	0.122	0.328
6	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.114	-0.148	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.164	SLE_Quasi Permanente	-0.084	-0.109	0.000	0.000	0.000	0.021	0.164
6	0.328	SLE_Quasi Permanente	-0.054	-0.070	0.000	0.000	0.000	0.036	0.328
6	0.000	SLU_permanente	-0.090	-0.116	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.164	SLU_permanente	-0.053	-0.069	0.000	0.000	0.000	0.015	0.164
6	0.328	SLU_permanente	-0.017	-0.023	0.000	0.000	0.000	0.023	0.328
6	0.000	SLE_Rara	-0.235	-0.305	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.164	SLE_Rara	-0.193	-0.251	0.000	0.000	0.000	0.046	0.164
6	0.328	SLE_Rara	-0.151	-0.196	0.000	0.000	0.000	0.082	0.328
7	0.000	SLU_media durata	-0.483	3.331	-0.001	-0.026	0.000	0.000	0.000
7	0.137	SLU_media durata	-0.483	3.415	-0.001	-0.026	0.000	-0.461	0.137
7	0.137	SLU_media durata	-0.419	-0.518	0.010	-0.040	0.001	-0.235	0.000
7	0.274	SLU_media durata	-0.419	-0.434	0.010	-0.040	-0.001	-0.170	0.137
7	0.274	SLU_media durata	-0.382	-0.575	0.009	-0.071	0.000	-0.142	0.000
7	0.410	SLU_media durata	-0.382	-0.491	0.009	-0.071	-0.002	-0.069	0.137
7	0.410	SLU_media durata	-0.383	-0.469	0.004	-0.053	-0.001	-0.055	0.000
7	0.547	SLU_media durata	-0.383	-0.385	0.004	-0.053	-0.002	0.004	0.137
7	0.547	SLU_media durata	-0.440	-0.293	-0.034	-0.054	-0.003	-0.007	0.000
7	0.684	SLU_media durata	-0.440	-0.210	-0.034	-0.054	0.001	0.028	0.137
7	0.684	SLU_media durata	-0.410	0.048	0.260	-0.040	0.036	0.012	0.000
7	0.821	SLU_media durata	-0.410	0.131	0.260	-0.040	0.000	0.000	0.137
7	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.145	1.211	-0.001	-0.002	0.000	0.000	0.000
7	0.137	SLE_Quasi Permanente	-0.145	1.252	-0.001	-0.002	0.000	-0.168	0.137
7	0.137	SLE_Quasi Permanente	-0.125	-0.153	0.004	-0.010	0.000	-0.091	0.000
7	0.274	SLE_Quasi Permanente	-0.125	-0.111	0.004	-0.010	0.000	-0.073	0.137
7	0.274	SLE_Quasi Permanente	-0.115	-0.202	0.004	-0.024	0.000	-0.066	0.000
7	0.410	SLE_Quasi Permanente	-0.115	-0.160	0.004	-0.024	-0.001	-0.041	0.137
7	0.410	SLE_Quasi Permanente	-0.120	-0.197	0.002	-0.023	-0.001	-0.039	0.000
7	0.547	SLE_Quasi Permanente	-0.120	-0.156	0.002	-0.023	-0.001	-0.015	0.137
7	0.547	SLE_Quasi Permanente	-0.152	-0.169	-0.018	-0.027	-0.002	-0.022	0.000
7	0.684	SLE_Quasi Permanente	-0.152	-0.128	-0.018	-0.027	0.001	-0.002	0.137
7	0.684	SLE_Quasi Permanente	-0.126	-0.133	0.150	-0.025	0.021	-0.015	0.000
7	0.821	SLE_Quasi Permanente	-0.126	-0.091	0.150	-0.025	0.000	0.000	0.137
7	0.000	SLU_permanente	-0.099	1.119	-0.001	0.006	0.000	0.000	0.000
7	0.137	SLU_permanente	-0.099	1.168	-0.001	0.006	0.000	-0.156	0.137
7	0.137	SLU_permanente	-0.085	-0.098	0.004	-0.004	0.000	-0.090	0.000
7	0.274	SLU_permanente	-0.085	-0.048	0.004	-0.004	0.000	-0.080	0.137
7	0.274	SLU_permanente	-0.080	-0.177	0.004	-0.021	0.000	-0.077	0.000
7	0.410	SLU_permanente	-0.080	-0.128	0.004	-0.021	-0.001	-0.056	0.137
7	0.410	SLU_permanente	-0.091	-0.213	0.004	-0.025	-0.001	-0.059	0.000
7	0.547	SLU_permanente	-0.091	-0.164	0.004	-0.025	-0.001	-0.033	0.137
7	0.547	SLU_permanente	-0.132	-0.231	-0.025	-0.035	-0.003	-0.044	0.000
7	0.684	SLU_permanente	-0.132	-0.182	-0.025	-0.035	0.001	-0.016	0.137
7	0.684	SLU_permanente	-0.092	-0.298	0.205	-0.037	0.028	-0.037	0.000
7	0.821	SLU_permanente	-0.092	-0.249	0.205	-0.037	0.000	0.000	0.137

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
7	0.000	SLE_Rara	-0.324	2.243	0.000	-0.017	0.000	0.000	0.000
7	0.137	SLE_Rara	-0.324	2.300	0.000	-0.017	0.000	-0.311	0.137
7	0.137	SLE_Rara	-0.281	-0.349	0.007	-0.027	0.001	-0.158	0.000
7	0.274	SLE_Rara	-0.281	-0.292	0.007	-0.027	0.000	-0.114	0.137
7	0.274	SLE_Rara	-0.256	-0.388	0.006	-0.048	0.000	-0.096	0.000
7	0.410	SLE_Rara	-0.256	-0.330	0.006	-0.048	-0.001	-0.047	0.137
7	0.410	SLE_Rara	-0.257	-0.316	0.002	-0.035	-0.001	-0.037	0.000
7	0.547	SLE_Rara	-0.257	-0.259	0.002	-0.035	-0.001	0.002	0.137
7	0.547	SLE_Rara	-0.295	-0.199	-0.023	-0.036	-0.002	-0.005	0.000
7	0.684	SLE_Rara	-0.295	-0.141	-0.023	-0.036	0.001	0.018	0.137
7	0.684	SLE_Rara	-0.275	0.029	0.175	-0.027	0.024	0.008	0.000
7	0.821	SLE_Rara	-0.275	0.086	0.175	-0.027	0.000	0.000	0.137
8	0.000	SLU_media durata	-3.319	6.985	0.029	0.086	0.000	0.000	0.000
8	0.138	SLU_media durata	-3.319	7.069	0.029	0.086	-0.004	-0.968	0.138
8	0.138	SLU_media durata	-3.173	0.435	-0.004	0.064	-0.005	-0.388	0.000
8	0.276	SLU_media durata	-3.173	0.520	-0.004	0.064	-0.004	-0.454	0.138
8	0.276	SLU_media durata	-3.105	0.230	-0.003	0.096	-0.005	-0.243	0.000
8	0.413	SLU_media durata	-3.105	0.314	-0.003	0.096	-0.005	-0.280	0.138
8	0.413	SLU_media durata	-3.102	0.273	0.011	0.062	-0.005	-0.087	0.000
8	0.551	SLU_media durata	-3.102	0.358	0.011	0.062	-0.006	-0.130	0.138
8	0.551	SLU_media durata	-3.149	0.450	-0.022	0.053	-0.007	0.030	0.000
8	0.689	SLU_media durata	-3.149	0.534	-0.022	0.053	-0.003	-0.038	0.138
8	0.689	SLU_media durata	-3.389	0.739	0.227	0.019	0.031	0.108	0.000
8	0.827	SLU_media durata	-3.389	0.823	0.227	0.019	0.000	0.000	0.138
8	0.000	SLE_Quasi Permanente	-1.147	2.472	0.011	0.019	0.000	0.000	0.000
8	0.138	SLE_Quasi Permanente	-1.147	2.514	0.011	0.019	-0.002	-0.344	0.138
8	0.138	SLE_Quasi Permanente	-1.097	0.174	-0.001	0.011	-0.002	-0.141	0.000
8	0.276	SLE_Quasi Permanente	-1.097	0.216	-0.001	0.011	-0.002	-0.168	0.138
8	0.276	SLE_Quasi Permanente	-1.073	0.096	-0.001	0.024	-0.002	-0.095	0.000
8	0.413	SLE_Quasi Permanente	-1.073	0.138	-0.001	0.024	-0.002	-0.111	0.138
8	0.413	SLE_Quasi Permanente	-1.068	0.103	0.004	0.015	-0.002	-0.042	0.000
8	0.551	SLE_Quasi Permanente	-1.068	0.145	0.004	0.015	-0.002	-0.059	0.138
8	0.551	SLE_Quasi Permanente	-1.075	0.159	-0.013	0.014	-0.003	0.002	0.000
8	0.689	SLE_Quasi Permanente	-1.075	0.201	-0.013	0.014	-0.001	-0.023	0.138
8	0.689	SLE_Quasi Permanente	-1.168	0.201	0.126	0.001	0.017	0.031	0.000
8	0.827	SLE_Quasi Permanente	-1.168	0.243	0.126	0.001	0.000	0.000	0.138
8	0.000	SLU_permanente	-0.987	2.201	0.010	0.002	0.000	0.000	0.000
8	0.138	SLU_permanente	-0.987	2.250	0.010	0.002	-0.001	-0.307	0.138
8	0.138	SLU_permanente	-0.945	0.181	-0.001	-0.005	-0.002	-0.131	0.000
8	0.276	SLU_permanente	-0.945	0.230	-0.001	-0.005	-0.002	-0.159	0.138
8	0.276	SLU_permanente	-0.922	0.105	0.000	0.009	-0.002	-0.095	0.000
8	0.413	SLU_permanente	-0.922	0.155	0.000	0.009	-0.002	-0.113	0.138
8	0.413	SLU_permanente	-0.914	0.101	0.005	0.004	-0.002	-0.050	0.000
8	0.551	SLU_permanente	-0.914	0.151	0.005	0.004	-0.003	-0.067	0.138
8	0.551	SLU_permanente	-0.908	0.143	-0.019	0.005	-0.003	-0.009	0.000
8	0.689	SLU_permanente	-0.908	0.193	-0.019	0.005	-0.001	-0.032	0.138
8	0.689	SLU_permanente	-1.001	0.109	0.170	-0.006	0.024	0.019	0.000
8	0.827	SLU_permanente	-1.001	0.159	0.170	-0.006	0.000	0.000	0.138

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
8	0.000	SLE_Rara	-2.235	4.705	0.019	0.058	0.000	0.000	0.000
8	0.138	SLE_Rara	-2.235	4.763	0.019	0.058	-0.003	-0.652	0.138
8	0.138	SLE_Rara	-2.137	0.293	-0.003	0.043	-0.003	-0.262	0.000
8	0.276	SLE_Rara	-2.137	0.351	-0.003	0.043	-0.003	-0.306	0.138
8	0.276	SLE_Rara	-2.091	0.155	-0.002	0.065	-0.004	-0.164	0.000
8	0.413	SLE_Rara	-2.091	0.212	-0.002	0.065	-0.003	-0.189	0.138
8	0.413	SLE_Rara	-2.089	0.184	0.007	0.042	-0.003	-0.059	0.000
8	0.551	SLE_Rara	-2.089	0.241	0.007	0.042	-0.004	-0.088	0.138
8	0.551	SLE_Rara	-2.121	0.302	-0.015	0.036	-0.004	0.020	0.000
8	0.689	SLE_Rara	-2.121	0.360	-0.015	0.036	-0.002	-0.026	0.138
8	0.689	SLE_Rara	-2.282	0.495	0.153	0.013	0.021	0.072	0.000
8	0.827	SLE_Rara	-2.282	0.553	0.153	0.013	0.000	0.000	0.138
9	0.000	SLU_media durata	-0.396	-0.515	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.164	SLU_media durata	-0.335	-0.436	0.000	0.000	0.000	0.078	0.164
9	0.328	SLU_media durata	-0.274	-0.356	0.000	0.000	0.000	0.143	0.328
9	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.146	-0.189	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.164	SLE_Quasi Permanente	-0.115	-0.150	0.000	0.000	0.000	0.028	0.164
9	0.328	SLE_Quasi Permanente	-0.085	-0.111	0.000	0.000	0.000	0.049	0.328
9	0.000	SLU_permanente	-0.136	-0.177	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.164	SLU_permanente	-0.100	-0.130	0.000	0.000	0.000	0.025	0.164
9	0.328	SLU_permanente	-0.064	-0.083	0.000	0.000	0.000	0.043	0.328
9	0.000	SLE_Rara	-0.267	-0.347	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.164	SLE_Rara	-0.225	-0.293	0.000	0.000	0.000	0.053	0.164
9	0.328	SLE_Rara	-0.183	-0.238	0.000	0.000	0.000	0.096	0.328
10	0.000	SLU_media durata	0.000	-0.744	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
10	0.413	SLU_media durata	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.154	0.413
10	0.827	SLU_media durata	0.000	0.744	0.000	0.001	0.000	0.000	0.827
10	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.000	-0.178	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.413	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.413
10	0.827	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.178	0.000	0.000	0.000	0.000	0.827
10	0.000	SLU_permanente	0.000	-0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.413	SLU_permanente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.413
10	0.827	SLU_permanente	0.000	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.827
10	0.000	SLE_Rara	0.000	-0.498	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
10	0.413	SLE_Rara	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.103	0.413
10	0.827	SLE_Rara	0.000	0.498	0.000	0.001	0.000	0.000	0.827
11	0.000	SLU_media durata	-1.140	1.374	0.059	-0.216	0.000	0.000	0.000
11	0.167	SLU_media durata	-1.140	1.477	0.059	-0.216	-0.010	-0.238	0.167
11	0.167	SLU_media durata	-0.761	0.376	-0.036	-0.199	-0.006	0.124	0.000
11	0.333	SLU_media durata	-0.761	0.478	-0.036	-0.199	0.000	0.053	0.167
11	0.333	SLU_media durata	-0.559	0.686	-0.015	-0.191	-0.002	0.320	0.000
11	0.500	SLU_media durata	-0.559	0.788	-0.015	-0.191	0.000	0.198	0.167
11	0.500	SLU_media durata	-0.441	1.143	-0.003	-0.199	-0.001	0.453	0.000
11	0.667	SLU_media durata	-0.441	1.245	-0.003	-0.199	0.000	0.254	0.167
11	0.667	SLU_media durata	-0.354	1.696	-0.001	-0.197	-0.001	0.504	0.000
11	0.833	SLU_media durata	-0.354	1.798	-0.001	-0.197	-0.001	0.213	0.167
11	0.833	SLU_media durata	-0.270	3.449	-0.007	-0.160	-0.001	0.583	0.000
11	1.000	SLU_media durata	-0.270	3.551	-0.007	-0.160	0.000	0.000	0.167

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
11	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.413	0.890	0.020	-0.138	0.000	0.000	0.000
11	0.167	SLE_Quasi Permanente	-0.413	0.940	0.020	-0.138	-0.003	-0.153	0.167
11	0.167	SLE_Quasi Permanente	-0.302	0.246	-0.011	-0.130	-0.002	0.020	0.000
11	0.333	SLE_Quasi Permanente	-0.302	0.296	-0.011	-0.130	0.000	-0.025	0.167
11	0.333	SLE_Quasi Permanente	-0.249	0.302	-0.004	-0.121	-0.001	0.093	0.000
11	0.500	SLE_Quasi Permanente	-0.249	0.352	-0.004	-0.121	0.000	0.039	0.167
11	0.500	SLE_Quasi Permanente	-0.229	0.430	0.001	-0.119	0.000	0.154	0.000
11	0.667	SLE_Quasi Permanente	-0.229	0.480	0.001	-0.119	0.000	0.078	0.167
11	0.667	SLE_Quasi Permanente	-0.233	0.618	0.005	-0.115	0.000	0.191	0.000
11	0.833	SLE_Quasi Permanente	-0.233	0.668	0.005	-0.115	-0.001	0.084	0.167
11	0.833	SLE_Quasi Permanente	-0.268	1.540	-0.011	-0.100	-0.002	0.261	0.000
11	1.000	SLE_Quasi Permanente	-0.268	1.590	-0.011	-0.100	0.000	0.000	0.167
11	0.000	SLU_permanente	-0.385	1.296	0.016	-0.199	0.000	0.000	0.000
11	0.167	SLU_permanente	-0.385	1.357	0.016	-0.199	-0.003	-0.221	0.167
11	0.167	SLU_permanente	-0.312	0.361	-0.009	-0.189	-0.002	-0.012	0.000
11	0.333	SLU_permanente	-0.312	0.421	-0.009	-0.189	0.000	-0.077	0.167
11	0.333	SLU_permanente	-0.287	0.345	-0.003	-0.175	0.000	0.059	0.000
11	0.500	SLU_permanente	-0.287	0.405	-0.003	-0.175	0.000	-0.003	0.167
11	0.500	SLU_permanente	-0.296	0.418	0.004	-0.166	0.000	0.130	0.000
11	0.667	SLU_permanente	-0.296	0.478	0.004	-0.166	-0.001	0.055	0.167
11	0.667	SLU_permanente	-0.342	0.577	0.011	-0.160	0.000	0.187	0.000
11	0.833	SLU_permanente	-0.342	0.637	0.011	-0.160	-0.002	0.086	0.167
11	0.833	SLU_permanente	-0.453	1.776	-0.021	-0.144	-0.003	0.301	0.000
11	1.000	SLU_permanente	-0.453	1.836	-0.021	-0.144	0.000	0.000	0.167
11	0.000	SLE_Rara	-0.765	0.926	0.039	-0.146	0.000	0.000	0.000
11	0.167	SLE_Rara	-0.765	0.996	0.039	-0.146	-0.007	-0.160	0.167
11	0.167	SLE_Rara	-0.511	0.253	-0.024	-0.134	-0.004	0.084	0.000
11	0.333	SLE_Rara	-0.511	0.323	-0.024	-0.134	0.000	0.036	0.167
11	0.333	SLE_Rara	-0.376	0.461	-0.010	-0.129	-0.001	0.215	0.000
11	0.500	SLE_Rara	-0.376	0.531	-0.010	-0.129	0.000	0.133	0.167
11	0.500	SLE_Rara	-0.297	0.768	-0.002	-0.134	0.000	0.305	0.000
11	0.667	SLE_Rara	-0.297	0.838	-0.002	-0.134	0.000	0.171	0.167
11	0.667	SLE_Rara	-0.239	1.140	-0.001	-0.133	-0.001	0.339	0.000
11	0.833	SLE_Rara	-0.239	1.210	-0.001	-0.133	-0.001	0.143	0.167
11	0.833	SLE_Rara	-0.183	2.321	-0.005	-0.107	-0.001	0.393	0.000
11	1.000	SLE_Rara	-0.183	2.391	-0.005	-0.107	0.000	0.000	0.167
12	0.000	SLU_media durata	-0.134	0.820	-0.799	-0.033	-0.165	5.318	0.000
12	0.152	SLU_media durata	-0.134	0.914	-0.799	-0.033	-0.043	5.186	0.152
12	0.152	SLU_media durata	0.025	1.501	-0.248	0.004	-0.037	4.875	0.000
12	0.305	SLU_media durata	0.025	1.595	-0.248	0.004	0.001	4.639	0.152
12	0.305	SLU_media durata	0.004	2.110	-0.019	0.055	0.001	4.359	0.000
12	0.457	SLU_media durata	0.004	2.204	-0.019	0.055	0.004	4.030	0.152
12	0.457	SLU_media durata	-0.019	2.645	0.012	0.101	0.004	3.756	0.000
12	0.610	SLU_media durata	-0.019	2.738	0.012	0.101	0.002	3.345	0.152
12	0.610	SLU_media durata	-0.017	3.096	0.008	0.141	0.002	3.069	0.000
12	0.762	SLU_media durata	-0.017	3.190	0.008	0.141	0.000	2.590	0.152
12	0.762	SLU_media durata	-0.006	3.439	0.003	0.154	0.000	2.313	0.000
12	0.915	SLU_media durata	-0.006	3.533	0.003	0.154	0.000	1.782	0.152

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
12	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.005	-0.124	-0.247	0.003	-0.051	1.721	0.000
12	0.152	SLE_Quasi Permanente	-0.005	-0.078	-0.247	0.003	-0.014	1.736	0.152
12	0.152	SLE_Quasi Permanente	0.037	0.173	-0.079	0.022	-0.012	1.591	0.000
12	0.305	SLE_Quasi Permanente	0.037	0.219	-0.079	0.022	0.000	1.561	0.152
12	0.305	SLE_Quasi Permanente	0.023	0.411	-0.007	0.040	0.000	1.432	0.000
12	0.457	SLE_Quasi Permanente	0.023	0.457	-0.007	0.040	0.001	1.366	0.152
12	0.457	SLE_Quasi Permanente	0.008	0.603	0.003	0.055	0.001	1.244	0.000
12	0.610	SLE_Quasi Permanente	0.008	0.649	0.003	0.055	0.001	1.149	0.152
12	0.610	SLE_Quasi Permanente	0.002	0.752	0.002	0.066	0.000	1.031	0.000
12	0.762	SLE_Quasi Permanente	0.002	0.798	0.002	0.066	0.000	0.913	0.152
12	0.762	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.855	0.001	0.070	0.000	0.793	0.000
12	0.915	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.901	0.001	0.070	0.000	0.660	0.152
12	0.000	SLU_permanente	0.047	-0.622	-0.179	0.020	-0.038	1.338	0.000
12	0.152	SLU_permanente	0.047	-0.567	-0.179	0.020	-0.011	1.429	0.152
12	0.152	SLU_permanente	0.068	-0.289	-0.060	0.044	-0.009	1.255	0.000
12	0.305	SLU_permanente	0.068	-0.233	-0.060	0.044	0.000	1.295	0.152
12	0.305	SLU_permanente	0.046	-0.048	-0.008	0.061	0.000	1.143	0.000
12	0.457	SLU_permanente	0.046	0.007	-0.008	0.061	0.001	1.146	0.152
12	0.457	SLU_permanente	0.025	0.127	0.001	0.072	0.001	1.007	0.000
12	0.610	SLU_permanente	0.025	0.182	0.001	0.072	0.001	0.984	0.152
12	0.610	SLU_permanente	0.012	0.247	0.001	0.078	0.000	0.852	0.000
12	0.762	SLU_permanente	0.012	0.302	0.001	0.078	0.000	0.811	0.152
12	0.762	SLU_permanente	0.003	0.315	0.000	0.082	0.000	0.678	0.000
12	0.915	SLU_permanente	0.003	0.371	0.000	0.082	0.000	0.625	0.152
12	0.000	SLE_Rara	-0.090	0.549	-0.536	-0.022	-0.111	3.578	0.000
12	0.152	SLE_Rara	-0.090	0.614	-0.536	-0.022	-0.029	3.489	0.152
12	0.152	SLE_Rara	0.017	1.008	-0.166	0.003	-0.025	3.280	0.000
12	0.305	SLE_Rara	0.017	1.072	-0.166	0.003	0.001	3.122	0.152
12	0.305	SLE_Rara	0.003	1.418	-0.012	0.037	0.001	2.933	0.000
12	0.457	SLE_Rara	0.003	1.482	-0.012	0.037	0.003	2.712	0.152
12	0.457	SLE_Rara	-0.012	1.778	0.008	0.068	0.002	2.527	0.000
12	0.610	SLE_Rara	-0.012	1.842	0.008	0.068	0.001	2.251	0.152
12	0.610	SLE_Rara	-0.012	2.082	0.005	0.095	0.001	2.065	0.000
12	0.762	SLE_Rara	-0.012	2.146	0.005	0.095	0.000	1.743	0.152
12	0.762	SLE_Rara	-0.004	2.313	0.002	0.103	0.000	1.557	0.000
12	0.915	SLE_Rara	-0.004	2.377	0.002	0.103	0.000	1.199	0.152
13	0.000	SLU_media durata	0.000	5.786	0.000	0.000	0.000	1.170	0.000
13	0.200	SLU_media durata	0.000	5.909	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
13	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.000	1.761	0.000	0.000	0.000	0.358	0.000
13	0.200	SLE_Quasi Permanente	0.000	1.821	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
13	0.000	SLU_permanente	0.000	1.215	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000
13	0.200	SLU_permanente	0.000	1.287	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
13	0.000	SLE_Rara	0.000	3.894	0.000	0.000	0.000	0.787	0.000
13	0.200	SLE_Rara	0.000	3.978	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
14	0.000	SLU_media durata	0.366	6.568	-0.078	-0.426	-0.014	7.278	0.000
14	0.152	SLU_media durata	0.366	6.661	-0.078	-0.426	-0.002	6.270	0.152
14	0.152	SLU_media durata	0.296	6.641	-0.010	-0.407	-0.001	6.563	0.000
14	0.305	SLU_media durata	0.296	6.735	-0.010	-0.407	0.001	5.543	0.152

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
14	0.305	SLU_media durata	0.244	6.986	0.009	-0.426	0.002	5.817	0.000
14	0.457	SLU_media durata	0.244	7.079	0.009	-0.426	0.000	4.745	0.152
14	0.457	SLU_media durata	0.203	7.544	0.004	-0.464	0.001	5.018	0.000
14	0.610	SLU_media durata	0.203	7.638	0.004	-0.464	0.000	3.861	0.152
14	0.610	SLU_media durata	0.173	8.316	-0.021	-0.525	0.000	4.156	0.000
14	0.762	SLU_media durata	0.173	8.409	-0.021	-0.525	0.004	2.882	0.152
14	0.762	SLU_media durata	0.135	9.334	-0.071	-0.576	0.005	3.252	0.000
14	0.915	SLU_media durata	0.135	9.428	-0.071	-0.576	0.015	1.822	0.152
14	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.072	3.029	0.109	-0.135	0.023	2.839	0.000
14	0.152	SLE_Quasi Permanente	0.072	3.075	0.109	-0.135	0.007	2.374	0.152
14	0.152	SLE_Quasi Permanente	0.076	2.944	0.038	-0.117	0.006	2.510	0.000
14	0.305	SLE_Quasi Permanente	0.076	2.990	0.038	-0.117	0.000	2.058	0.152
14	0.305	SLE_Quasi Permanente	0.054	2.975	0.006	-0.113	0.000	2.179	0.000
14	0.457	SLE_Quasi Permanente	0.054	3.021	0.006	-0.113	-0.001	1.722	0.152
14	0.457	SLE_Quasi Permanente	0.034	3.095	0.000	-0.117	0.000	1.837	0.000
14	0.610	SLE_Quasi Permanente	0.034	3.141	0.000	-0.117	0.000	1.362	0.152
14	0.610	SLE_Quasi Permanente	0.021	3.300	0.000	-0.130	0.000	1.480	0.000
14	0.762	SLE_Quasi Permanente	0.021	3.346	0.000	-0.130	0.000	0.973	0.152
14	0.762	SLE_Quasi Permanente	0.011	3.598	0.002	-0.142	0.000	1.113	0.000
14	0.915	SLE_Quasi Permanente	0.011	3.644	0.002	-0.142	0.000	0.561	0.152
14	0.000	SLU_permanente	-0.004	3.579	0.267	-0.100	0.056	2.861	0.000
14	0.152	SLU_permanente	-0.004	3.634	0.267	-0.100	0.015	2.311	0.152
14	0.152	SLU_permanente	0.034	3.365	0.085	-0.070	0.013	2.474	0.000
14	0.305	SLU_permanente	0.034	3.420	0.085	-0.070	0.000	1.957	0.152
14	0.305	SLU_permanente	0.011	3.281	0.008	-0.054	0.000	2.096	0.000
14	0.457	SLU_permanente	0.011	3.336	0.008	-0.054	-0.001	1.591	0.152
14	0.457	SLU_permanente	-0.014	3.292	-0.001	-0.046	-0.001	1.717	0.000
14	0.610	SLU_permanente	-0.014	3.347	-0.001	-0.046	-0.001	1.211	0.152
14	0.610	SLU_permanente	-0.030	3.391	0.009	-0.048	0.000	1.333	0.000
14	0.762	SLU_permanente	-0.030	3.447	0.009	-0.048	-0.002	0.812	0.152
14	0.762	SLU_permanente	-0.034	3.582	0.035	-0.050	-0.002	0.948	0.000
14	0.915	SLU_permanente	-0.034	3.637	0.035	-0.050	-0.007	0.398	0.152
14	0.000	SLE_Rara	0.245	4.424	-0.051	-0.286	-0.009	4.900	0.000
14	0.152	SLE_Rara	0.245	4.488	-0.051	-0.286	-0.001	4.221	0.152
14	0.152	SLE_Rara	0.198	4.473	-0.007	-0.274	0.000	4.418	0.000
14	0.305	SLE_Rara	0.198	4.537	-0.007	-0.274	0.001	3.732	0.152
14	0.305	SLE_Rara	0.163	4.704	0.006	-0.287	0.001	3.916	0.000
14	0.457	SLE_Rara	0.163	4.768	0.006	-0.287	0.000	3.194	0.152
14	0.457	SLE_Rara	0.136	5.079	0.003	-0.312	0.000	3.378	0.000
14	0.610	SLE_Rara	0.136	5.143	0.003	-0.312	0.000	2.599	0.152
14	0.610	SLE_Rara	0.115	5.598	-0.014	-0.353	0.000	2.797	0.000
14	0.762	SLE_Rara	0.115	5.662	-0.014	-0.353	0.002	1.939	0.152
14	0.762	SLE_Rara	0.090	6.283	-0.047	-0.387	0.003	2.189	0.000
14	0.915	SLE_Rara	0.090	6.347	-0.047	-0.387	0.010	1.226	0.152
15	0.000	SLU_media durata	0.000	11.628	0.000	0.000	0.000	2.338	0.000
15	0.200	SLU_media durata	0.000	11.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
15	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.000	4.203	0.000	0.000	0.000	0.847	0.000
15	0.200	SLE_Quasi Permanente	0.000	4.263	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
15	0.000	SLU_permanente	0.000	3.861	0.000	0.000	0.000	0.779	0.000
15	0.200	SLU_permanente	0.000	3.933	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
15	0.000	SLE_Rara	0.000	7.828	0.000	0.000	0.000	1.574	0.000
15	0.200	SLE_Rara	0.000	7.912	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200
16	0.000	SLU_media durata	-3.631	-3.795	0.076	-0.103	-0.046	3.045	0.000
16	0.151	SLU_media durata	-3.571	-3.724	0.076	-0.103	-0.058	3.614	0.151
16	0.303	SLU_media durata	-3.511	-3.653	0.076	-0.103	-0.069	4.172	0.303
16	0.000	SLE_Quasi Permanente	-1.087	-1.197	0.026	-0.060	-0.016	0.939	0.000
16	0.151	SLE_Quasi Permanente	-1.058	-1.162	0.026	-0.060	-0.020	1.117	0.151
16	0.303	SLE_Quasi Permanente	-1.028	-1.128	0.026	-0.060	-0.023	1.291	0.303
16	0.000	SLU_permanente	-0.730	-0.891	0.022	-0.082	-0.013	0.670	0.000
16	0.151	SLU_permanente	-0.695	-0.849	0.022	-0.082	-0.017	0.802	0.151
16	0.303	SLU_permanente	-0.660	-0.808	0.022	-0.082	-0.020	0.927	0.303
16	0.000	SLE_Rara	-2.441	-2.552	0.051	-0.070	-0.031	2.047	0.000
16	0.151	SLE_Rara	-2.399	-2.504	0.051	-0.070	-0.039	2.430	0.151
16	0.303	SLE_Rara	-2.358	-2.455	0.051	-0.070	-0.046	2.805	0.303
17	0.000	SLU_media durata	-7.649	-4.386	-3.120	0.001	0.000	0.000	0.000
17	0.255	SLU_media durata	-7.571	-4.386	-3.120	0.001	0.796	1.119	0.255
17	0.510	SLU_media durata	-7.493	-4.386	-3.120	0.001	1.591	2.237	0.510
17	0.000	SLE_Quasi Permanente	-3.544	-1.488	-1.112	0.020	0.000	0.000	0.000
17	0.255	SLE_Quasi Permanente	-3.505	-1.488	-1.112	0.020	0.283	0.379	0.255
17	0.510	SLE_Quasi Permanente	-3.466	-1.488	-1.112	0.020	0.567	0.759	0.510
17	0.000	SLU_permanente	-4.184	-1.247	-1.008	0.043	0.000	0.000	0.000
17	0.255	SLU_permanente	-4.138	-1.247	-1.008	0.043	0.257	0.318	0.255
17	0.510	SLU_permanente	-4.092	-1.247	-1.008	0.043	0.514	0.636	0.510
17	0.000	SLE_Rara	-5.160	-2.952	-2.097	0.001	0.000	0.000	0.000
17	0.255	SLE_Rara	-5.107	-2.952	-2.097	0.001	0.535	0.753	0.255
17	0.510	SLE_Rara	-5.053	-2.952	-2.097	0.001	1.070	1.506	0.510
20	0.000	SLU_media durata	-2.930	-2.966	0.076	-0.104	-0.069	4.188	0.000
20	0.151	SLU_media durata	-2.870	-2.895	0.076	-0.104	-0.081	4.632	0.151
20	0.303	SLU_media durata	-2.810	-2.824	0.076	-0.104	-0.092	5.065	0.303
20	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.889	-0.963	0.026	-0.060	-0.024	1.300	0.000
20	0.151	SLE_Quasi Permanente	-0.860	-0.928	0.026	-0.060	-0.027	1.443	0.151
20	0.303	SLE_Quasi Permanente	-0.830	-0.894	0.026	-0.060	-0.031	1.581	0.303
20	0.000	SLU_permanente	-0.614	-0.754	0.022	-0.082	-0.020	0.940	0.000
20	0.151	SLU_permanente	-0.579	-0.712	0.022	-0.082	-0.023	1.051	0.151
20	0.303	SLU_permanente	-0.544	-0.670	0.022	-0.082	-0.027	1.156	0.303
20	0.000	SLE_Rara	-1.970	-1.996	0.051	-0.070	-0.046	2.816	0.000
20	0.151	SLE_Rara	-1.929	-1.947	0.051	-0.070	-0.054	3.114	0.151
20	0.303	SLE_Rara	-1.887	-1.899	0.051	-0.070	-0.062	3.405	0.303
21	0.000	SLU_media durata	-2.229	-2.138	0.077	-0.104	-0.092	5.077	0.000
21	0.151	SLU_media durata	-2.169	-2.067	0.077	-0.104	-0.104	5.396	0.151
21	0.303	SLU_media durata	-2.109	-1.996	0.077	-0.104	-0.115	5.703	0.303
21	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.691	-0.729	0.026	-0.060	-0.031	1.589	0.000
21	0.151	SLE_Quasi Permanente	-0.662	-0.695	0.026	-0.060	-0.035	1.696	0.151
21	0.303	SLE_Quasi Permanente	-0.632	-0.660	0.026	-0.060	-0.039	1.799	0.303
21	0.000	SLU_permanente	-0.498	-0.617	0.022	-0.082	-0.027	1.166	0.000
21	0.151	SLU_permanente	-0.463	-0.575	0.022	-0.082	-0.030	1.256	0.151

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
21	0.303	SLU_permanente	-0.428	-0.533	0.022	-0.082	-0.033	1.340	0.303
21	0.000	SLE_Rara	-1.499	-1.439	0.051	-0.070	-0.062	3.414	0.000
21	0.151	SLE_Rara	-1.458	-1.391	0.051	-0.070	-0.070	3.628	0.151
21	0.303	SLE_Rara	-1.417	-1.342	0.051	-0.070	-0.077	3.835	0.303
22	0.000	SLU_media durata	-1.528	-1.309	0.076	-0.104	-0.115	5.712	0.000
22	0.151	SLU_media durata	-1.468	-1.238	0.076	-0.104	-0.127	5.905	0.151
22	0.303	SLU_media durata	-1.408	-1.168	0.076	-0.104	-0.138	6.087	0.303
22	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.493	-0.495	0.026	-0.060	-0.039	1.804	0.000
22	0.151	SLE_Quasi Permanente	-0.464	-0.461	0.026	-0.060	-0.043	1.876	0.151
22	0.303	SLE_Quasi Permanente	-0.434	-0.426	0.026	-0.060	-0.047	1.943	0.303
22	0.000	SLU_permanente	-0.382	-0.479	0.022	-0.082	-0.033	1.347	0.000
22	0.151	SLU_permanente	-0.347	-0.438	0.022	-0.082	-0.037	1.417	0.151
22	0.303	SLU_permanente	-0.311	-0.396	0.022	-0.082	-0.040	1.480	0.303
22	0.000	SLE_Rara	-1.028	-0.883	0.051	-0.070	-0.077	3.841	0.000
22	0.151	SLE_Rara	-0.987	-0.834	0.051	-0.070	-0.085	3.971	0.151
22	0.303	SLE_Rara	-0.946	-0.786	0.051	-0.070	-0.093	4.094	0.303
23	0.000	SLU_media durata	-0.827	-0.481	0.061	-0.104	-0.138	6.092	0.000
23	0.151	SLU_media durata	-0.767	-0.410	0.061	-0.104	-0.148	6.160	0.151
23	0.303	SLU_media durata	-0.707	-0.339	0.061	-0.104	-0.157	6.217	0.303
23	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.295	-0.261	0.019	-0.060	-0.047	1.946	0.000
23	0.151	SLE_Quasi Permanente	-0.266	-0.227	0.019	-0.060	-0.050	1.983	0.151
23	0.303	SLE_Quasi Permanente	-0.236	-0.192	0.019	-0.060	-0.053	2.015	0.303
23	0.000	SLU_permanente	-0.266	-0.342	0.014	-0.082	-0.040	1.483	0.000
23	0.151	SLU_permanente	-0.231	-0.300	0.014	-0.082	-0.042	1.532	0.151
23	0.303	SLU_permanente	-0.195	-0.259	0.014	-0.082	-0.044	1.574	0.303
23	0.000	SLE_Rara	-0.557	-0.326	0.041	-0.070	-0.093	4.097	0.000
23	0.151	SLE_Rara	-0.516	-0.278	0.041	-0.070	-0.099	4.143	0.151
23	0.303	SLE_Rara	-0.475	-0.229	0.041	-0.070	-0.105	4.181	0.303
24	0.000	SLU_media durata	-0.126	0.348	0.076	-0.104	-0.157	6.217	0.000
24	0.151	SLU_media durata	-0.066	0.418	0.076	-0.104	-0.168	6.159	0.151
24	0.303	SLU_media durata	-0.006	0.489	0.076	-0.104	-0.180	6.090	0.303
24	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.097	-0.027	0.026	-0.060	-0.053	2.015	0.000
24	0.151	SLE_Quasi Permanente	-0.068	0.007	0.026	-0.060	-0.057	2.016	0.151
24	0.303	SLE_Quasi Permanente	-0.038	0.042	0.026	-0.060	-0.061	2.013	0.303
24	0.000	SLU_permanente	-0.150	-0.205	0.022	-0.082	-0.044	1.574	0.000
24	0.151	SLU_permanente	-0.114	-0.163	0.022	-0.082	-0.048	1.602	0.151
24	0.303	SLU_permanente	-0.079	-0.121	0.022	-0.082	-0.051	1.624	0.303
24	0.000	SLE_Rara	-0.086	0.230	0.051	-0.070	-0.105	4.182	0.000
24	0.151	SLE_Rara	-0.045	0.279	0.051	-0.070	-0.113	4.143	0.151
24	0.303	SLE_Rara	-0.004	0.327	0.051	-0.070	-0.121	4.097	0.303
25	0.000	SLU_media durata	0.573	1.178	0.462	-0.104	-0.180	6.086	0.000
25	0.151	SLU_media durata	0.633	1.248	0.462	-0.104	-0.250	5.903	0.151
25	0.303	SLU_media durata	0.693	1.319	0.462	-0.104	-0.320	5.708	0.303
25	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.100	0.207	0.206	-0.060	-0.061	2.010	0.000
25	0.151	SLE_Quasi Permanente	0.130	0.242	0.206	-0.060	-0.092	1.976	0.151
25	0.303	SLE_Quasi Permanente	0.159	0.277	0.206	-0.060	-0.123	1.936	0.303
25	0.000	SLU_permanente	-0.035	-0.067	0.237	-0.082	-0.051	1.619	0.000
25	0.151	SLU_permanente	0.001	-0.025	0.237	-0.082	-0.087	1.626	0.151

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
25	0.303	SLU_permanente	0.036	0.017	0.237	-0.082	-0.123	1.627	0.303
25	0.000	SLE_Rara	0.384	0.788	0.310	-0.070	-0.121	4.094	0.000
25	0.151	SLE_Rara	0.425	0.836	0.310	-0.070	-0.168	3.971	0.151
25	0.303	SLE_Rara	0.466	0.885	0.310	-0.070	-0.215	3.841	0.303
26	0.000	SLU_media durata	-10.789	-6.453	0.079	-0.099	0.000	0.000	0.000
26	0.151	SLU_media durata	-10.729	-6.382	0.079	-0.099	-0.012	0.972	0.151
26	0.303	SLU_media durata	-10.669	-6.311	0.079	-0.099	-0.024	1.932	0.303
26	0.000	SLE_Quasi Permanente	-3.810	-2.286	0.027	-0.054	0.000	0.000	0.000
26	0.151	SLE_Quasi Permanente	-3.780	-2.251	0.027	-0.054	-0.004	0.343	0.151
26	0.303	SLE_Quasi Permanente	-3.751	-2.216	0.027	-0.054	-0.008	0.682	0.303
26	0.000	SLU_permanente	-3.399	-2.056	0.024	-0.071	0.000	0.000	0.000
26	0.151	SLU_permanente	-3.364	-2.014	0.024	-0.071	-0.004	0.308	0.151
26	0.303	SLU_permanente	-3.328	-1.973	0.024	-0.071	-0.007	0.610	0.303
26	0.000	SLE_Rara	-7.259	-4.338	0.053	-0.067	0.000	0.000	0.000
26	0.151	SLE_Rara	-7.218	-4.289	0.053	-0.067	-0.008	0.653	0.151
26	0.303	SLE_Rara	-7.177	-4.241	0.053	-0.067	-0.016	1.299	0.303
27	0.000	SLU_media durata	3.985	-0.112	0.066	-0.190	0.000	0.000	0.000
27	0.122	SLU_media durata	4.037	-0.058	0.066	-0.190	-0.008	0.010	0.122
27	0.244	SLU_media durata	4.089	-0.005	0.066	-0.190	-0.016	0.014	0.244
27	0.000	SLE_Quasi Permanente	1.391	-0.073	0.021	-0.059	0.000	0.000	0.000
27	0.122	SLE_Quasi Permanente	1.417	-0.047	0.021	-0.059	-0.003	0.007	0.122
27	0.244	SLE_Quasi Permanente	1.443	-0.020	0.021	-0.059	-0.005	0.011	0.244
27	0.000	SLU_permanente	1.225	-0.109	0.016	-0.043	0.000	0.000	0.000
27	0.122	SLU_permanente	1.255	-0.077	0.016	-0.043	-0.002	0.011	0.122
27	0.244	SLU_permanente	1.286	-0.046	0.016	-0.043	-0.004	0.019	0.244
27	0.000	SLE_Rara	2.679	-0.075	0.045	-0.127	0.000	0.000	0.000
27	0.122	SLE_Rara	2.715	-0.038	0.045	-0.127	-0.005	0.007	0.122
27	0.244	SLE_Rara	2.751	-0.001	0.045	-0.127	-0.011	0.009	0.244
28	0.000	SLU_media durata	0.129	-0.822	0.000	-0.273	0.000	0.000	0.000
28	0.457	SLU_media durata	0.130	0.000	0.000	-0.273	0.000	0.188	0.457
28	0.914	SLU_media durata	0.130	0.822	0.000	-0.273	0.000	0.000	0.914
28	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.041	-0.196	0.000	-0.080	0.000	0.000	0.000
28	0.457	SLE_Quasi Permanente	0.041	0.000	0.000	-0.080	0.000	0.045	0.457
28	0.914	SLE_Quasi Permanente	0.042	0.196	0.000	-0.080	0.000	0.000	0.914
28	0.000	SLU_permanente	0.031	-0.064	0.000	-0.051	0.000	0.000	0.000
28	0.457	SLU_permanente	0.031	0.000	0.000	-0.051	0.000	0.015	0.457
28	0.914	SLU_permanente	0.031	0.064	0.000	-0.051	0.000	0.000	0.914
28	0.000	SLE_Rara	0.087	-0.550	0.000	-0.184	0.000	0.000	0.000
28	0.457	SLE_Rara	0.087	0.000	0.000	-0.184	0.000	0.126	0.457
28	0.914	SLE_Rara	0.088	0.550	0.000	-0.184	0.000	0.000	0.914
29	0.000	SLU_media durata	-0.068	-0.821	0.000	-0.273	0.000	0.000	0.000
29	0.456	SLU_media durata	-0.067	0.000	0.000	-0.273	0.000	0.187	0.456
29	0.913	SLU_media durata	-0.065	0.821	0.000	-0.273	0.000	0.000	0.913
29	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.021	-0.196	0.000	-0.080	0.000	0.000	0.000
29	0.456	SLE_Quasi Permanente	-0.021	0.000	0.000	-0.080	0.000	0.045	0.456
29	0.913	SLE_Quasi Permanente	-0.021	0.196	0.000	-0.080	0.000	0.000	0.913
29	0.000	SLU_permanente	-0.016	-0.064	0.000	-0.051	0.000	0.000	0.000
29	0.456	SLU_permanente	-0.016	0.000	0.000	-0.051	0.000	0.015	0.456

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
29	0.913	SLU_permanente	-0.016	0.064	0.000	-0.051	0.000	0.000	0.913
29	0.000	SLE_Rara	-0.046	-0.549	0.000	-0.184	0.000	0.000	0.000
29	0.456	SLE_Rara	-0.045	0.000	0.000	-0.184	0.000	0.125	0.456
29	0.913	SLE_Rara	-0.044	0.549	0.000	-0.184	0.000	0.000	0.913
30	0.000	SLU_media durata	-2.980	-0.577	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.200	SLU_media durata	-2.918	-0.577	0.060	0.000	-0.012	0.116	0.200
30	0.400	SLU_media durata	-2.857	-0.577	0.060	0.000	-0.024	0.231	0.400
30	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.956	-0.173	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.200	SLE_Quasi Permanente	-0.926	-0.173	0.042	0.000	-0.009	0.035	0.200
30	0.400	SLE_Quasi Permanente	-0.896	-0.173	0.042	0.000	-0.017	0.069	0.400
30	0.000	SLU_permanente	-0.727	-0.118	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.200	SLU_permanente	-0.691	-0.118	0.062	0.000	-0.012	0.024	0.200
30	0.400	SLU_permanente	-0.654	-0.118	0.062	0.000	-0.025	0.047	0.400
30	0.000	SLE_Rara	-2.008	-0.387	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.200	SLE_Rara	-1.966	-0.387	0.041	0.000	-0.008	0.077	0.200
30	0.400	SLE_Rara	-1.924	-0.387	0.041	0.000	-0.017	0.155	0.400
31	0.000	SLU_media durata	-3.939	-3.810	-0.243	0.000	0.000	0.000	0.000
31	0.200	SLU_media durata	-3.878	-3.810	-0.243	0.000	0.049	0.762	0.200
31	0.400	SLU_media durata	-3.816	-3.810	-0.243	0.000	0.097	1.524	0.400
31	0.000	SLE_Quasi Permanente	-1.309	-1.315	-0.105	0.000	0.000	0.000	0.000
31	0.200	SLE_Quasi Permanente	-1.278	-1.315	-0.105	0.000	0.021	0.263	0.200
31	0.400	SLE_Quasi Permanente	-1.248	-1.315	-0.105	0.000	0.042	0.526	0.400
31	0.000	SLU_permanente	-1.054	-1.130	-0.116	0.000	0.000	0.000	0.000
31	0.200	SLU_permanente	-1.018	-1.130	-0.116	0.000	0.023	0.226	0.200
31	0.400	SLU_permanente	-0.982	-1.130	-0.116	0.000	0.046	0.452	0.400
31	0.000	SLE_Rara	-2.655	-2.566	-0.164	0.000	0.000	0.000	0.000
31	0.200	SLE_Rara	-2.613	-2.566	-0.164	0.000	0.033	0.513	0.200
31	0.400	SLE_Rara	-2.571	-2.566	-0.164	0.000	0.066	1.026	0.400
32	0.000	SLU_media durata	0.104	-3.038	-0.016	-0.092	0.000	0.000	0.000
32	0.167	SLU_media durata	0.104	-2.936	-0.016	-0.092	0.003	0.498	0.167
32	0.167	SLU_media durata	0.181	-1.504	-0.001	-0.245	0.002	0.393	0.000
32	0.333	SLU_media durata	0.181	-1.401	-0.001	-0.245	0.002	0.635	0.167
32	0.333	SLU_media durata	0.261	-0.126	-0.013	-0.381	0.001	0.637	0.000
32	0.500	SLU_media durata	0.261	-0.024	-0.013	-0.381	0.004	0.650	0.167
32	0.500	SLU_media durata	0.338	1.250	-0.035	-0.508	0.003	0.776	0.000
32	0.667	SLU_media durata	0.338	1.352	-0.035	-0.508	0.009	0.559	0.167
32	0.667	SLU_media durata	0.383	2.848	-0.049	-0.664	0.009	0.827	0.000
32	0.833	SLU_media durata	0.383	2.950	-0.049	-0.664	0.017	0.344	0.167
32	0.833	SLU_media durata	0.304	4.413	0.106	-0.866	0.018	0.744	0.000
32	1.000	SLU_media durata	0.304	4.515	0.106	-0.866	0.000	0.000	0.167
32	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.054	-1.025	-0.005	-0.043	0.000	0.000	0.000
32	0.167	SLE_Quasi Permanente	0.054	-0.975	-0.005	-0.043	0.001	0.167	0.167
32	0.167	SLE_Quasi Permanente	0.078	-0.473	-0.001	-0.095	0.001	0.130	0.000
32	0.333	SLE_Quasi Permanente	0.078	-0.422	-0.001	-0.095	0.001	0.204	0.167
32	0.333	SLE_Quasi Permanente	0.105	-0.018	-0.005	-0.138	0.000	0.206	0.000
32	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.105	0.033	-0.005	-0.138	0.001	0.205	0.167
32	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.131	0.432	-0.012	-0.177	0.001	0.250	0.000
32	0.667	SLE_Quasi Permanente	0.131	0.482	-0.012	-0.177	0.003	0.174	0.167

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
32	0.667	SLE_Quasi Permanente	0.149	0.959	-0.017	-0.227	0.003	0.270	0.000
32	0.833	SLE_Quasi Permanente	0.149	1.009	-0.017	-0.227	0.006	0.106	0.167
32	0.833	SLE_Quasi Permanente	0.123	1.442	0.037	-0.296	0.006	0.245	0.000
32	1.000	SLE_Quasi Permanente	0.123	1.493	0.037	-0.296	0.000	0.000	0.167
32	0.000	SLU_permanente	0.067	-0.853	-0.003	-0.050	0.000	0.000	0.000
32	0.167	SLU_permanente	0.067	-0.793	-0.003	-0.050	0.001	0.137	0.167
32	0.167	SLU_permanente	0.085	-0.348	-0.001	-0.094	0.000	0.104	0.000
32	0.333	SLU_permanente	0.085	-0.288	-0.001	-0.094	0.001	0.157	0.167
32	0.333	SLU_permanente	0.108	0.018	-0.004	-0.127	0.000	0.159	0.000
32	0.500	SLU_permanente	0.108	0.078	-0.004	-0.127	0.001	0.151	0.167
32	0.500	SLU_permanente	0.131	0.373	-0.011	-0.155	0.001	0.193	0.000
32	0.667	SLU_permanente	0.131	0.434	-0.011	-0.155	0.003	0.126	0.167
32	0.667	SLU_permanente	0.148	0.795	-0.015	-0.193	0.003	0.212	0.000
32	0.833	SLU_permanente	0.148	0.855	-0.015	-0.193	0.005	0.075	0.167
32	0.833	SLU_permanente	0.127	1.139	0.032	-0.250	0.005	0.195	0.000
32	1.000	SLU_permanente	0.127	1.199	0.032	-0.250	0.000	0.000	0.167
32	0.000	SLE_Rara	0.071	-2.045	-0.011	-0.062	0.000	0.000	0.000
32	0.167	SLE_Rara	0.071	-1.975	-0.011	-0.062	0.002	0.335	0.167
32	0.167	SLE_Rara	0.123	-1.012	-0.001	-0.166	0.001	0.264	0.000
32	0.333	SLE_Rara	0.123	-0.942	-0.001	-0.166	0.002	0.427	0.167
32	0.333	SLE_Rara	0.176	-0.085	-0.008	-0.257	0.001	0.429	0.000
32	0.500	SLE_Rara	0.176	-0.015	-0.008	-0.257	0.002	0.437	0.167
32	0.500	SLE_Rara	0.228	0.841	-0.023	-0.342	0.002	0.522	0.000
32	0.667	SLE_Rara	0.228	0.911	-0.023	-0.342	0.006	0.376	0.167
32	0.667	SLE_Rara	0.258	1.917	-0.033	-0.447	0.006	0.556	0.000
32	0.833	SLE_Rara	0.258	1.987	-0.033	-0.447	0.011	0.231	0.167
32	0.833	SLE_Rara	0.205	2.970	0.071	-0.583	0.012	0.501	0.000
32	1.000	SLE_Rara	0.205	3.040	0.071	-0.583	0.000	0.000	0.167
33	0.000	SLU_media durata	-0.009	-2.370	0.000	-0.481	0.000	0.000	0.000
33	0.167	SLU_media durata	-0.009	-2.268	0.000	-0.481	0.000	0.387	0.167
33	0.167	SLU_media durata	-0.025	-1.708	-0.001	-0.481	0.000	0.115	0.000
33	0.333	SLU_media durata	-0.025	-1.606	-0.001	-0.481	0.000	0.392	0.167
33	0.333	SLU_media durata	-0.043	-1.224	-0.002	-0.459	0.000	0.154	0.000
33	0.500	SLU_media durata	-0.043	-1.122	-0.002	-0.459	0.000	0.349	0.167
33	0.500	SLU_media durata	-0.070	-0.830	-0.004	-0.418	0.000	0.088	0.000
33	0.667	SLU_media durata	-0.070	-0.727	-0.004	-0.418	0.001	0.218	0.167
33	0.667	SLU_media durata	-0.110	-0.610	-0.008	-0.406	0.000	-0.072	0.000
33	0.833	SLU_media durata	-0.110	-0.508	-0.008	-0.406	0.002	0.021	0.167
33	0.833	SLU_media durata	-0.169	-2.973	0.010	-0.378	0.002	-0.487	0.000
33	1.000	SLU_media durata	-0.169	-2.871	0.010	-0.378	0.000	0.000	0.167
33	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.001	-0.942	0.000	-0.244	0.000	0.000	0.000
33	0.167	SLE_Quasi Permanente	-0.001	-0.892	0.000	-0.244	0.000	0.153	0.167
33	0.167	SLE_Quasi Permanente	-0.001	-0.671	0.000	-0.248	0.000	0.033	0.000
33	0.333	SLE_Quasi Permanente	-0.001	-0.620	0.000	-0.248	0.000	0.141	0.167
33	0.333	SLE_Quasi Permanente	-0.002	-0.515	0.000	-0.245	0.000	0.040	0.000
33	0.500	SLE_Quasi Permanente	-0.002	-0.465	0.000	-0.245	0.000	0.122	0.167
33	0.500	SLE_Quasi Permanente	-0.006	-0.393	-0.001	-0.236	0.000	0.016	0.000
33	0.667	SLE_Quasi Permanente	-0.006	-0.342	-0.001	-0.236	0.000	0.077	0.167

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
33	0.667	SLE_Quasi Permanente	-0.013	-0.324	-0.001	-0.234	0.000	-0.037	0.000
33	0.833	SLE_Quasi Permanente	-0.013	-0.274	-0.001	-0.234	0.000	0.013	0.167
33	0.833	SLE_Quasi Permanente	-0.021	-1.051	0.000	-0.224	0.000	-0.171	0.000
33	1.000	SLE_Quasi Permanente	-0.021	-1.001	0.000	-0.224	0.000	0.000	0.167
33	0.000	SLU_permanente	0.002	-0.972	0.000	-0.309	0.000	0.000	0.000
33	0.167	SLU_permanente	0.002	-0.912	0.000	-0.309	0.000	0.157	0.167
33	0.167	SLU_permanente	0.009	-0.682	0.001	-0.319	0.000	0.021	0.000
33	0.333	SLU_permanente	0.009	-0.621	0.001	-0.319	0.000	0.129	0.167
33	0.333	SLU_permanente	0.014	-0.562	0.000	-0.322	0.000	0.018	0.000
33	0.500	SLU_permanente	0.014	-0.502	0.000	-0.322	0.000	0.106	0.167
33	0.500	SLU_permanente	0.018	-0.473	0.001	-0.320	0.000	-0.006	0.000
33	0.667	SLU_permanente	0.018	-0.413	0.001	-0.320	0.000	0.068	0.167
33	0.667	SLU_permanente	0.020	-0.424	0.002	-0.321	0.000	-0.047	0.000
33	0.833	SLU_permanente	0.020	-0.363	0.002	-0.321	0.000	0.019	0.167
33	0.833	SLU_permanente	0.028	-0.940	-0.004	-0.311	-0.001	-0.152	0.000
33	1.000	SLU_permanente	0.028	-0.880	-0.004	-0.311	0.000	0.000	0.167
33	0.000	SLE_Rara	-0.006	-1.595	0.000	-0.324	0.000	0.000	0.000
33	0.167	SLE_Rara	-0.006	-1.525	0.000	-0.324	0.000	0.260	0.167
33	0.167	SLE_Rara	-0.016	-1.150	-0.001	-0.324	0.000	0.078	0.000
33	0.333	SLE_Rara	-0.016	-1.080	-0.001	-0.324	0.000	0.263	0.167
33	0.333	SLE_Rara	-0.029	-0.825	-0.001	-0.309	0.000	0.103	0.000
33	0.500	SLE_Rara	-0.029	-0.755	-0.001	-0.309	0.000	0.235	0.167
33	0.500	SLE_Rara	-0.046	-0.559	-0.003	-0.282	0.000	0.059	0.000
33	0.667	SLE_Rara	-0.046	-0.489	-0.003	-0.282	0.000	0.147	0.167
33	0.667	SLE_Rara	-0.074	-0.412	-0.005	-0.274	0.000	-0.048	0.000
33	0.833	SLE_Rara	-0.074	-0.342	-0.005	-0.274	0.001	0.014	0.167
33	0.833	SLE_Rara	-0.113	-2.000	0.006	-0.255	0.001	-0.328	0.000
33	1.000	SLE_Rara	-0.113	-1.930	0.006	-0.255	0.000	0.000	0.167
34	0.000	SLU_media durata	-9.991	-5.510	0.075	-0.099	-0.024	1.913	0.000
34	0.151	SLU_media durata	-9.931	-5.439	0.075	-0.099	-0.035	2.741	0.151
34	0.303	SLU_media durata	-9.871	-5.368	0.075	-0.099	-0.047	3.559	0.303
34	0.000	SLE_Quasi Permanente	-3.547	-1.976	0.026	-0.053	-0.008	0.670	0.000
34	0.151	SLE_Quasi Permanente	-3.518	-1.941	0.026	-0.053	-0.012	0.966	0.151
34	0.303	SLE_Quasi Permanente	-3.488	-1.906	0.026	-0.053	-0.016	1.257	0.303
34	0.000	SLU_permanente	-3.186	-1.804	0.022	-0.071	-0.007	0.594	0.000
34	0.151	SLU_permanente	-3.151	-1.763	0.022	-0.071	-0.010	0.864	0.151
34	0.303	SLU_permanente	-3.115	-1.721	0.022	-0.071	-0.014	1.127	0.303
34	0.000	SLE_Rara	-6.723	-3.705	0.050	-0.067	-0.016	1.285	0.000
34	0.151	SLE_Rara	-6.682	-3.656	0.050	-0.067	-0.024	1.843	0.151
34	0.303	SLE_Rara	-6.641	-3.608	0.050	-0.067	-0.031	2.392	0.303
36	0.000	SLU_media durata	5.547	1.497	0.003	-0.188	0.001	0.378	0.000
36	0.122	SLU_media durata	5.599	1.551	0.003	-0.188	0.000	0.193	0.122
36	0.244	SLU_media durata	5.651	1.604	0.003	-0.188	0.000	0.000	0.244
36	0.000	SLE_Quasi Permanente	1.907	0.458	0.001	-0.058	0.000	0.118	0.000
36	0.122	SLE_Quasi Permanente	1.932	0.484	0.001	-0.058	0.000	0.061	0.122
36	0.244	SLE_Quasi Permanente	1.958	0.511	0.001	-0.058	0.000	0.000	0.244
36	0.000	SLU_permanente	1.646	0.325	0.001	-0.043	0.000	0.087	0.000
36	0.122	SLU_permanente	1.677	0.357	0.001	-0.043	0.000	0.046	0.122

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
36	0.244	SLU_permanente	1.707	0.388	0.001	-0.043	0.000	0.000	0.244
36	0.000	SLE_Rara	3.727	1.005	0.002	-0.126	0.000	0.254	0.000
36	0.122	SLE_Rara	3.763	1.041	0.002	-0.126	0.000	0.129	0.122
36	0.244	SLE_Rara	3.799	1.078	0.002	-0.126	0.000	0.000	0.244
37	0.000	SLU_media durata	4.766	0.693	-0.064	-0.189	-0.015	0.287	0.000
37	0.122	SLU_media durata	4.818	0.747	-0.064	-0.189	-0.008	0.199	0.122
37	0.244	SLU_media durata	4.870	0.800	-0.064	-0.189	0.000	0.105	0.244
37	0.000	SLE_Quasi Permanente	1.649	0.192	-0.020	-0.058	-0.005	0.091	0.000
37	0.122	SLE_Quasi Permanente	1.675	0.219	-0.020	-0.058	-0.002	0.066	0.122
37	0.244	SLE_Quasi Permanente	1.700	0.245	-0.020	-0.058	0.000	0.038	0.244
37	0.000	SLU_permanente	1.435	0.108	-0.015	-0.043	-0.004	0.070	0.000
37	0.122	SLU_permanente	1.466	0.140	-0.015	-0.043	-0.002	0.055	0.122
37	0.244	SLU_permanente	1.497	0.171	-0.015	-0.043	0.000	0.036	0.244
37	0.000	SLE_Rara	3.203	0.465	-0.043	-0.127	-0.010	0.193	0.000
37	0.122	SLE_Rara	3.239	0.502	-0.043	-0.127	-0.005	0.134	0.122
37	0.244	SLE_Rara	3.275	0.539	-0.043	-0.127	0.000	0.070	0.244
38	0.000	SLU_media durata	-1.462	-1.494	-0.063	0.000	0.000	0.000	0.000
38	0.122	SLU_media durata	-1.409	-1.441	-0.063	0.000	0.008	0.179	0.122
38	0.244	SLU_media durata	-1.357	-1.387	-0.063	0.000	0.015	0.352	0.244
38	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.429	-0.438	-0.020	0.000	0.000	0.000	0.000
38	0.122	SLE_Quasi Permanente	-0.403	-0.412	-0.020	0.000	0.003	0.052	0.122
38	0.244	SLE_Quasi Permanente	-0.377	-0.386	-0.020	0.000	0.005	0.101	0.244
38	0.000	SLU_permanente	-0.274	-0.280	-0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
38	0.122	SLU_permanente	-0.243	-0.249	-0.015	0.000	0.002	0.032	0.122
38	0.244	SLU_permanente	-0.213	-0.217	-0.015	0.000	0.004	0.061	0.244
38	0.000	SLE_Rara	-0.983	-1.005	-0.043	0.000	0.000	0.000	0.000
38	0.122	SLE_Rara	-0.947	-0.968	-0.043	0.000	0.005	0.120	0.122
38	0.244	SLE_Rara	-0.911	-0.932	-0.043	0.000	0.010	0.236	0.244
39	0.000	SLU_media durata	-0.782	-0.799	0.067	0.000	0.016	0.079	0.000
39	0.122	SLU_media durata	-0.730	-0.746	0.067	0.000	0.008	0.173	0.122
39	0.244	SLU_media durata	-0.678	-0.693	0.067	0.000	-0.001	0.261	0.244
39	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.240	-0.245	0.021	0.000	0.005	0.021	0.000
39	0.122	SLE_Quasi Permanente	-0.214	-0.219	0.021	0.000	0.002	0.049	0.122
39	0.244	SLE_Quasi Permanente	-0.188	-0.192	0.021	0.000	0.000	0.074	0.244
39	0.000	SLU_permanente	-0.168	-0.171	0.016	0.000	0.004	0.010	0.000
39	0.122	SLU_permanente	-0.137	-0.140	0.016	0.000	0.002	0.029	0.122
39	0.244	SLU_permanente	-0.106	-0.108	0.016	0.000	0.000	0.044	0.244
39	0.000	SLE_Rara	-0.527	-0.538	0.045	0.000	0.011	0.053	0.000
39	0.122	SLE_Rara	-0.491	-0.502	0.045	0.000	0.005	0.116	0.122
39	0.244	SLE_Rara	-0.455	-0.465	0.045	0.000	0.000	0.175	0.244
40	0.000	SLU_media durata	-0.103	-0.106	0.000	0.000	0.000	-0.013	0.000
40	0.121	SLU_media durata	-0.052	-0.053	0.000	0.000	0.000	-0.003	0.121
40	0.241	SLU_media durata	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.241
40	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.051	-0.052	0.000	0.000	0.000	-0.006	0.000
40	0.121	SLE_Quasi Permanente	-0.026	-0.026	0.000	0.000	0.000	-0.002	0.121
40	0.241	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.241
40	0.000	SLU_permanente	-0.061	-0.062	0.000	0.000	0.000	-0.008	0.000
40	0.121	SLU_permanente	-0.030	-0.031	0.000	0.000	0.000	-0.002	0.121

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
40	0.241	SLU_permanente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.241
40	0.000	SLE_Rara	-0.071	-0.072	0.000	0.000	0.000	-0.009	0.000
40	0.121	SLE_Rara	-0.035	-0.036	0.000	0.000	0.000	-0.002	0.121
40	0.241	SLE_Rara	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.241
41	0.000	SLU_media durata	0.271	0.353	0.000	0.000	0.000	0.142	0.000
41	0.164	SLU_media durata	0.333	0.432	0.000	0.000	0.000	0.077	0.164
41	0.328	SLU_media durata	0.394	0.512	0.000	0.000	0.000	0.000	0.328
41	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.084	0.109	0.000	0.000	0.000	0.049	0.000
41	0.164	SLE_Quasi Permanente	0.114	0.149	0.000	0.000	0.000	0.028	0.164
41	0.328	SLE_Quasi Permanente	0.145	0.188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.328
41	0.000	SLU_permanente	0.063	0.082	0.000	0.000	0.000	0.042	0.000
41	0.164	SLU_permanente	0.099	0.129	0.000	0.000	0.000	0.025	0.164
41	0.328	SLU_permanente	0.135	0.176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.328
41	0.000	SLE_Rara	0.181	0.236	0.000	0.000	0.000	0.095	0.000
41	0.164	SLE_Rara	0.223	0.290	0.000	0.000	0.000	0.052	0.164
41	0.328	SLE_Rara	0.265	0.345	0.000	0.000	0.000	0.000	0.328
42	0.000	SLU_media durata	0.228	0.296	0.000	0.000	0.000	0.123	0.000
42	0.164	SLU_media durata	0.289	0.376	0.000	0.000	0.000	0.068	0.164
42	0.328	SLU_media durata	0.351	0.456	0.000	0.000	0.000	0.000	0.328
42	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.055	0.071	0.000	0.000	0.000	0.036	0.000
42	0.164	SLE_Quasi Permanente	0.085	0.110	0.000	0.000	0.000	0.021	0.164
42	0.328	SLE_Quasi Permanente	0.115	0.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.328
42	0.000	SLU_permanente	0.018	0.024	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000
42	0.164	SLU_permanente	0.054	0.071	0.000	0.000	0.000	0.015	0.164
42	0.328	SLU_permanente	0.090	0.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.328
42	0.000	SLE_Rara	0.153	0.198	0.000	0.000	0.000	0.083	0.000
42	0.164	SLE_Rara	0.195	0.253	0.000	0.000	0.000	0.046	0.164
42	0.328	SLE_Rara	0.237	0.308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.328
43	0.000	SLU_media durata	-9.193	-4.567	0.077	-0.099	-0.047	3.541	0.000
43	0.151	SLU_media durata	-9.133	-4.496	0.077	-0.099	-0.058	4.227	0.151
43	0.303	SLU_media durata	-9.073	-4.425	0.077	-0.099	-0.070	4.902	0.303
43	0.000	SLE_Quasi Permanente	-3.285	-1.665	0.026	-0.053	-0.016	1.247	0.000
43	0.151	SLE_Quasi Permanente	-3.255	-1.630	0.026	-0.053	-0.020	1.496	0.151
43	0.303	SLE_Quasi Permanente	-3.226	-1.595	0.026	-0.053	-0.024	1.740	0.303
43	0.000	SLU_permanente	-2.973	-1.553	0.023	-0.071	-0.014	1.112	0.000
43	0.151	SLU_permanente	-2.938	-1.511	0.023	-0.071	-0.017	1.344	0.151
43	0.303	SLU_permanente	-2.902	-1.469	0.023	-0.071	-0.021	1.570	0.303
43	0.000	SLE_Rara	-6.188	-3.072	0.052	-0.067	-0.031	2.380	0.000
43	0.151	SLE_Rara	-6.147	-3.024	0.052	-0.067	-0.039	2.841	0.151
43	0.303	SLE_Rara	-6.106	-2.975	0.052	-0.067	-0.047	3.296	0.303
44	0.000	SLU_media durata	-8.395	-3.624	0.077	-0.099	-0.070	4.887	0.000
44	0.151	SLU_media durata	-8.335	-3.553	0.077	-0.099	-0.081	5.430	0.151
44	0.303	SLU_media durata	-8.275	-3.483	0.077	-0.099	-0.093	5.962	0.303
44	0.000	SLE_Quasi Permanente	-3.022	-1.355	0.026	-0.053	-0.024	1.731	0.000
44	0.151	SLE_Quasi Permanente	-2.993	-1.320	0.026	-0.053	-0.028	1.933	0.151
44	0.303	SLE_Quasi Permanente	-2.963	-1.285	0.026	-0.053	-0.032	2.131	0.303
44	0.000	SLU_permanente	-2.760	-1.301	0.023	-0.071	-0.021	1.557	0.000
44	0.151	SLU_permanente	-2.725	-1.259	0.023	-0.071	-0.024	1.751	0.151

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
44	0.303	SLU_permanente	-2.689	-1.217	0.023	-0.071	-0.027	1.938	0.303
44	0.000	SLE_Rara	-5.652	-2.439	0.052	-0.066	-0.047	3.285	0.000
44	0.151	SLE_Rara	-5.611	-2.391	0.052	-0.066	-0.055	3.650	0.151
44	0.303	SLE_Rara	-5.570	-2.342	0.052	-0.066	-0.062	4.009	0.303
45	0.000	SLU_media durata	-7.597	-2.681	0.076	-0.099	-0.093	5.950	0.000
45	0.151	SLU_media durata	-7.538	-2.610	0.076	-0.099	-0.105	6.350	0.151
45	0.303	SLU_media durata	-7.478	-2.540	0.076	-0.099	-0.116	6.740	0.303
45	0.000	SLE_Quasi Permanente	-2.760	-1.045	0.026	-0.053	-0.032	2.123	0.000
45	0.151	SLE_Quasi Permanente	-2.730	-1.010	0.026	-0.053	-0.036	2.279	0.151
45	0.303	SLE_Quasi Permanente	-2.701	-0.975	0.026	-0.053	-0.040	2.429	0.303
45	0.000	SLU_permanente	-2.547	-1.049	0.022	-0.071	-0.027	1.928	0.000
45	0.151	SLU_permanente	-2.511	-1.007	0.022	-0.071	-0.031	2.083	0.151
45	0.303	SLU_permanente	-2.476	-0.966	0.022	-0.071	-0.034	2.233	0.303
45	0.000	SLE_Rara	-5.117	-1.806	0.051	-0.066	-0.062	4.000	0.000
45	0.151	SLE_Rara	-5.076	-1.758	0.051	-0.066	-0.070	4.270	0.151
45	0.303	SLE_Rara	-5.035	-1.709	0.051	-0.066	-0.078	4.532	0.303
46	0.000	SLU_media durata	-6.800	-1.738	0.077	-0.099	-0.116	6.731	0.000
46	0.151	SLU_media durata	-6.740	-1.668	0.077	-0.099	-0.128	6.988	0.151
46	0.303	SLU_media durata	-6.680	-1.597	0.077	-0.099	-0.139	7.236	0.303
46	0.000	SLE_Quasi Permanente	-2.497	-0.734	0.026	-0.053	-0.040	2.424	0.000
46	0.151	SLE_Quasi Permanente	-2.468	-0.699	0.026	-0.053	-0.044	2.532	0.151
46	0.303	SLE_Quasi Permanente	-2.438	-0.664	0.026	-0.053	-0.048	2.635	0.303
46	0.000	SLU_permanente	-2.334	-0.797	0.023	-0.071	-0.034	2.226	0.000
46	0.151	SLU_permanente	-2.298	-0.756	0.023	-0.071	-0.038	2.343	0.151
46	0.303	SLU_permanente	-2.263	-0.714	0.023	-0.071	-0.041	2.454	0.303
46	0.000	SLE_Rara	-4.581	-1.173	0.052	-0.066	-0.078	4.526	0.000
46	0.151	SLE_Rara	-4.540	-1.125	0.052	-0.066	-0.086	4.700	0.151
46	0.303	SLE_Rara	-4.499	-1.076	0.052	-0.066	-0.094	4.867	0.303
47	0.000	SLU_media durata	-6.002	-0.795	0.092	-0.099	-0.139	7.230	0.000
47	0.151	SLU_media durata	-5.942	-0.725	0.092	-0.099	-0.153	7.345	0.151
47	0.303	SLU_media durata	-5.882	-0.654	0.092	-0.099	-0.167	7.450	0.303
47	0.000	SLE_Quasi Permanente	-2.235	-0.424	0.033	-0.053	-0.048	2.633	0.000
47	0.151	SLE_Quasi Permanente	-2.205	-0.389	0.033	-0.053	-0.053	2.694	0.151
47	0.303	SLE_Quasi Permanente	-2.175	-0.354	0.033	-0.053	-0.058	2.750	0.303
47	0.000	SLU_permanente	-2.121	-0.546	0.031	-0.071	-0.041	2.451	0.000
47	0.151	SLU_permanente	-2.085	-0.504	0.031	-0.071	-0.046	2.530	0.151
47	0.303	SLU_permanente	-2.050	-0.462	0.031	-0.071	-0.050	2.603	0.303
47	0.000	SLE_Rara	-4.046	-0.541	0.062	-0.066	-0.094	4.863	0.000
47	0.151	SLE_Rara	-4.005	-0.492	0.062	-0.066	-0.103	4.941	0.151
47	0.303	SLE_Rara	-3.964	-0.443	0.062	-0.066	-0.112	5.012	0.303
48	0.000	SLU_media durata	-5.204	0.148	0.077	-0.099	-0.167	7.449	0.000
48	0.151	SLU_media durata	-5.144	0.218	0.077	-0.099	-0.179	7.422	0.151
48	0.303	SLU_media durata	-5.084	0.289	0.077	-0.099	-0.190	7.383	0.303
48	0.000	SLE_Quasi Permanente	-1.972	-0.114	0.026	-0.053	-0.058	2.750	0.000
48	0.151	SLE_Quasi Permanente	-1.942	-0.079	0.026	-0.053	-0.062	2.765	0.151
48	0.303	SLE_Quasi Permanente	-1.913	-0.044	0.026	-0.053	-0.066	2.774	0.303
48	0.000	SLU_permanente	-1.908	-0.294	0.022	-0.071	-0.050	2.604	0.000
48	0.151	SLU_permanente	-1.872	-0.252	0.022	-0.071	-0.054	2.645	0.151

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
48	0.303	SLU_permanente	-1.837	-0.210	0.022	-0.071	-0.057	2.680	0.303
48	0.000	SLE_Rara	-3.510	0.092	0.051	-0.066	-0.112	5.012	0.000
48	0.151	SLE_Rara	-3.469	0.141	0.051	-0.066	-0.120	4.994	0.151
48	0.303	SLE_Rara	-3.428	0.189	0.051	-0.066	-0.128	4.969	0.303
49	0.000	SLU_media durata	-4.404	1.089	-0.309	-0.099	-0.190	7.387	0.000
49	0.151	SLU_media durata	-4.344	1.160	-0.309	-0.099	-0.144	7.217	0.151
49	0.303	SLU_media durata	-4.284	1.231	-0.309	-0.099	-0.097	7.036	0.303
49	0.000	SLE_Quasi Permanente	-1.709	0.196	-0.153	-0.053	-0.066	2.777	0.000
49	0.151	SLE_Quasi Permanente	-1.679	0.231	-0.153	-0.053	-0.042	2.745	0.151
49	0.303	SLE_Quasi Permanente	-1.649	0.266	-0.153	-0.053	-0.019	2.707	0.303
49	0.000	SLU_permanente	-1.694	-0.043	-0.192	-0.071	-0.057	2.684	0.000
49	0.151	SLU_permanente	-1.658	-0.001	-0.192	-0.071	-0.028	2.687	0.151
49	0.303	SLU_permanente	-1.623	0.041	-0.192	-0.071	0.001	2.684	0.303
49	0.000	SLE_Rara	-2.973	0.724	-0.208	-0.066	-0.128	4.972	0.000
49	0.151	SLE_Rara	-2.932	0.773	-0.208	-0.066	-0.096	4.858	0.151
49	0.303	SLE_Rara	-2.891	0.821	-0.208	-0.066	-0.065	4.738	0.303
50	0.000	SLU_media durata	0.005	-0.900	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
50	0.500	SLU_media durata	0.005	0.000	0.000	0.020	0.000	0.225	0.500
50	1.000	SLU_media durata	0.005	0.900	0.000	0.020	0.000	0.000	1.000
50	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.002	-0.215	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
50	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.002	0.000	0.000	0.012	0.000	0.054	0.500
50	1.000	SLE_Quasi Permanente	0.002	0.215	0.000	0.012	0.000	0.000	1.000
50	0.000	SLU_permanente	0.001	-0.070	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000
50	0.500	SLU_permanente	0.001	0.000	0.000	0.016	0.000	0.018	0.500
50	1.000	SLU_permanente	0.001	0.070	0.000	0.016	0.000	0.000	1.000
50	0.000	SLE_Rara	0.003	-0.602	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000
50	0.500	SLE_Rara	0.003	0.000	0.000	0.013	0.000	0.151	0.500
50	1.000	SLE_Rara	0.003	0.602	0.000	0.013	0.000	0.000	1.000
51	0.000	SLU_media durata	-0.002	-0.900	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000
51	0.500	SLU_media durata	-0.002	0.000	0.000	0.018	0.000	0.225	0.500
51	1.000	SLU_media durata	-0.002	0.900	0.000	0.018	0.000	0.000	1.000
51	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.001	-0.215	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000
51	0.500	SLE_Quasi Permanente	-0.001	0.000	0.000	0.011	0.000	0.054	0.500
51	1.000	SLE_Quasi Permanente	-0.001	0.215	0.000	0.011	0.000	0.000	1.000
51	0.000	SLU_permanente	-0.001	-0.070	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000
51	0.500	SLU_permanente	-0.001	0.000	0.000	0.015	0.000	0.018	0.500
51	1.000	SLU_permanente	-0.001	0.070	0.000	0.015	0.000	0.000	1.000
51	0.000	SLE_Rara	-0.001	-0.602	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
51	0.500	SLE_Rara	-0.001	0.000	0.000	0.012	0.000	0.151	0.500
51	1.000	SLE_Rara	-0.001	0.602	0.000	0.012	0.000	0.000	1.000
52	0.000	SLU_media durata	0.000	-0.900	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000
52	0.500	SLU_media durata	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.225	0.500
52	1.000	SLU_media durata	0.000	0.900	0.000	0.016	0.000	0.000	1.000
52	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.000	-0.215	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000
52	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.054	0.500
52	1.000	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.215	0.000	0.009	0.000	0.000	1.000
52	0.000	SLU_permanente	0.000	-0.070	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000
52	0.500	SLU_permanente	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.018	0.500

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
52	1.000	SLU_permanente	0.000	0.070	0.000	0.013	0.000	0.000	1.000
52	0.000	SLE_Rara	0.000	-0.602	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000
52	0.500	SLE_Rara	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.151	0.500
52	1.000	SLE_Rara	0.000	0.602	0.000	0.011	0.000	0.000	1.000
53	0.000	SLU_media durata	0.001	-0.900	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000
53	0.500	SLU_media durata	0.001	0.000	0.000	0.013	0.000	0.225	0.500
53	1.000	SLU_media durata	0.001	0.900	0.000	0.013	0.000	0.000	1.000
53	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.000	-0.215	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
53	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.054	0.500
53	1.000	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.215	0.000	0.007	0.000	0.000	1.000
53	0.000	SLU_permanente	0.000	-0.070	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
53	0.500	SLU_permanente	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.018	0.500
53	1.000	SLU_permanente	0.000	0.070	0.000	0.010	0.000	0.000	1.000
53	0.000	SLE_Rara	0.001	-0.602	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000
53	0.500	SLE_Rara	0.001	0.000	0.000	0.009	0.000	0.151	0.500
53	1.000	SLE_Rara	0.001	0.602	0.000	0.009	0.000	0.000	1.000
54	0.000	SLU_media durata	-0.001	-0.900	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000
54	0.500	SLU_media durata	-0.001	0.000	0.000	0.009	0.000	0.225	0.500
54	1.000	SLU_media durata	-0.001	0.900	0.000	0.009	0.000	0.000	1.000
54	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.000	-0.215	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
54	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.054	0.500
54	1.000	SLE_Quasi Permanente	0.000	0.215	0.000	0.005	0.000	0.000	1.000
54	0.000	SLU_permanente	0.000	-0.070	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
54	0.500	SLU_permanente	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.018	0.500
54	1.000	SLU_permanente	0.000	0.070	0.000	0.007	0.000	0.000	1.000
54	0.000	SLE_Rara	-0.001	-0.602	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000
54	0.500	SLE_Rara	-0.001	0.000	0.000	0.006	0.000	0.151	0.500
54	1.000	SLE_Rara	-0.001	0.602	0.000	0.006	0.000	0.000	1.000
55	0.000	SLU_media durata	-0.015	-0.900	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
55	0.500	SLU_media durata	-0.015	0.000	0.000	0.005	0.000	0.225	0.500
55	1.000	SLU_media durata	-0.015	0.900	0.000	0.005	0.000	0.000	1.000
55	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.007	-0.215	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
55	0.500	SLE_Quasi Permanente	-0.007	0.000	0.000	0.003	0.000	0.054	0.500
55	1.000	SLE_Quasi Permanente	-0.007	0.215	0.000	0.003	0.000	0.000	1.000
55	0.000	SLU_permanente	-0.008	-0.070	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
55	0.500	SLU_permanente	-0.008	0.000	0.000	0.004	0.000	0.018	0.500
55	1.000	SLU_permanente	-0.008	0.070	0.000	0.004	0.000	0.000	1.000
55	0.000	SLE_Rara	-0.010	-0.602	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
55	0.500	SLE_Rara	-0.010	0.000	0.000	0.003	0.000	0.151	0.500
55	1.000	SLE_Rara	-0.010	0.602	0.000	0.003	0.000	0.000	1.000
56	0.000	SLU_media durata	0.015	-0.900	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
56	0.500	SLU_media durata	0.015	0.000	0.000	0.001	0.000	0.225	0.500
56	1.000	SLU_media durata	0.015	0.900	0.000	0.001	0.000	0.000	1.000
56	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.007	-0.215	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
56	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054	0.500
56	1.000	SLE_Quasi Permanente	0.007	0.215	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
56	0.000	SLU_permanente	0.009	-0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
56	0.500	SLU_permanente	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.500

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	m
56	1.000	SLU_permanente	0.009	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
56	0.000	SLE_Rara	0.010	-0.602	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
56	0.500	SLE_Rara	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.151	0.500
56	1.000	SLE_Rara	0.010	0.602	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
57	0.000	SLU_media durata	0.385	-0.900	0.000	-0.004	0.000	0.000	0.000
57	0.500	SLU_media durata	0.385	0.000	0.000	-0.004	0.000	0.225	0.500
57	1.000	SLU_media durata	0.385	0.900	0.000	-0.004	0.000	0.000	1.000
57	0.000	SLE_Quasi Permanente	0.179	-0.215	0.000	-0.003	0.000	0.000	0.000
57	0.500	SLE_Quasi Permanente	0.179	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.054	0.500
57	1.000	SLE_Quasi Permanente	0.179	0.215	0.000	-0.003	0.000	0.000	1.000
57	0.000	SLU_permanente	0.214	-0.070	0.000	-0.004	0.000	0.000	0.000
57	0.500	SLU_permanente	0.214	0.000	0.000	-0.004	0.000	0.018	0.500
57	1.000	SLU_permanente	0.214	0.070	0.000	-0.004	0.000	0.000	1.000
57	0.000	SLE_Rara	0.259	-0.602	0.000	-0.003	0.000	0.000	0.000
57	0.500	SLE_Rara	0.259	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.151	0.500
57	1.000	SLE_Rara	0.259	0.602	0.000	-0.003	0.000	0.000	1.000
61	0.000	SLU_media durata	-0.188	-0.787	-0.122	-0.026	-0.027	-0.067	0.000
61	0.457	SLU_media durata	-0.188	0.036	-0.122	-0.026	0.029	0.105	0.457
61	0.915	SLU_media durata	-0.188	0.859	-0.122	-0.026	0.085	-0.100	0.915
61	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.028	-0.194	-0.029	-0.007	-0.003	-0.014	0.000
61	0.457	SLE_Quasi Permanente	-0.028	0.002	-0.029	-0.007	0.010	0.030	0.457
61	0.915	SLE_Quasi Permanente	-0.028	0.199	-0.029	-0.007	0.023	-0.016	0.915
61	0.000	SLU_permanente	0.021	-0.075	-0.009	-0.004	0.005	-0.001	0.000
61	0.457	SLU_permanente	0.021	-0.011	-0.009	-0.004	0.009	0.019	0.457
61	0.915	SLU_permanente	0.021	0.053	-0.009	-0.004	0.013	0.009	0.915
61	0.000	SLE_Rara	-0.126	-0.527	-0.081	-0.017	-0.018	-0.045	0.000
61	0.457	SLE_Rara	-0.126	0.024	-0.081	-0.017	0.020	0.070	0.457
61	0.915	SLE_Rara	-0.126	0.574	-0.081	-0.017	0.057	-0.067	0.915
62	0.000	SLU_media durata	3.058	1.627	-0.122	-0.037	0.006	0.569	0.000
62	0.344	SLU_media durata	3.058	1.837	-0.122	-0.037	0.048	-0.026	0.344
62	0.000	SLE_Quasi Permanente	1.078	0.614	-0.007	-0.026	0.015	0.222	0.000
62	0.344	SLE_Quasi Permanente	1.078	0.718	-0.007	-0.026	0.018	-0.007	0.344
62	0.000	SLU_permanente	0.964	0.597	0.037	-0.040	0.030	0.223	0.000
62	0.344	SLU_permanente	0.964	0.721	0.037	-0.040	0.017	-0.004	0.344
62	0.000	SLE_Rara	2.055	1.094	-0.082	-0.025	0.004	0.383	0.000
62	0.344	SLE_Rara	2.055	1.239	-0.082	-0.025	0.032	-0.018	0.344
63	0.000	SLU_media durata	-0.121	-3.088	0.125	-0.067	0.017	-0.999	0.000
63	0.344	SLU_media durata	-0.121	-2.877	0.125	-0.067	-0.027	0.026	0.344
63	0.000	SLE_Quasi Permanente	-0.029	-0.912	0.008	-0.014	0.000	-0.288	0.000
63	0.344	SLE_Quasi Permanente	-0.029	-0.808	0.008	-0.014	-0.003	0.007	0.344
63	0.000	SLU_permanente	-0.010	-0.592	-0.036	-0.001	-0.008	-0.178	0.000
63	0.344	SLU_permanente	-0.010	-0.467	-0.036	-0.001	0.005	0.004	0.344
63	0.000	SLE_Rara	-0.081	-2.077	0.084	-0.045	0.011	-0.671	0.000
63	0.344	SLE_Rara	-0.081	-1.932	0.084	-0.045	-0.018	0.018	0.344

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
1	SLU_media durata	0.00069	0.00120	-0.00253	0.00077	0.01050	-0.00044	1-1
1	SLE_Quasi Permanente	0.00018	0.00040	-0.00080	0.00027	0.00335	-0.00034	1-1
1	SLU_permanente	0.00009	0.00032	-0.00061	0.00025	0.00255	-0.00054	1-1
1	SLE_Rara	0.00047	0.00081	-0.00170	0.00051	0.00706	-0.00029	1-1
2	SLU_media durata	0.00267	0.00095	-0.00487	0.00062	0.00957	-0.00050	1-1
2	SLE_Quasi Permanente	0.00082	0.00027	-0.00155	0.00019	0.00307	-0.00038	1-1
2	SLU_permanente	0.00057	0.00015	-0.00118	0.00014	0.00235	-0.00060	1-1
2	SLE_Rara	0.00180	0.00064	-0.00328	0.00042	0.00644	-0.00033	1-1
3	SLU_media durata	0.00442	0.00073	-0.00694	0.00045	0.00815	-0.00053	1-1
3	SLE_Quasi Permanente	0.00138	0.00015	-0.00222	0.00011	0.00262	-0.00042	1-1
3	SLU_permanente	0.00100	-0.00002	-0.00169	0.00003	0.00203	-0.00066	1-1
3	SLE_Rara	0.00297	0.00049	-0.00467	0.00030	0.00548	-0.00036	1-1
4	SLU_media durata	0.00585	0.00053	-0.00863	0.00027	0.00632	-0.00053	2-1
4	SLE_Quasi Permanente	0.00184	0.00003	-0.00276	0.00002	0.00205	-0.00044	2-1
4	SLU_permanente	0.00136	-0.00017	-0.00212	-0.00008	0.00161	-0.00071	2-1
4	SLE_Rara	0.00393	0.00036	-0.00580	0.00018	0.00425	-0.00036	2-1
5	SLU_media durata	-0.00137	0.00130	0.00000	-0.00039	-0.00009	0.00125	2-1
5	SLE_Quasi Permanente	-0.00049	0.00046	0.00000	-0.00017	0.00002	0.00035	2-1
5	SLU_permanente	-0.00045	0.00041	0.00000	-0.00020	0.00007	0.00020	2-1
5	SLE_Rara	-0.00093	0.00087	0.00000	-0.00026	-0.00006	0.00084	2-1
6	SLU_media durata	-0.00141	0.00145	-0.00003	-0.00039	-0.00009	0.00125	2-1
6	SLE_Quasi Permanente	-0.00049	0.00053	-0.00001	-0.00017	0.00002	0.00035	2-1
6	SLU_permanente	-0.00042	0.00049	-0.00001	-0.00020	0.00007	0.00020	2-1
6	SLE_Rara	-0.00095	0.00098	-0.00002	-0.00026	-0.00006	0.00084	2-1
7	SLU_media durata	-0.00312	0.00141	0.00000	-0.00011	0.00009	0.00129	3-1
7	SLE_Quasi Permanente	-0.00112	0.00048	0.00000	-0.00012	0.00009	0.00038	3-1
7	SLU_permanente	-0.00101	0.00040	0.00000	-0.00022	0.00015	0.00025	3-1
7	SLE_Rara	-0.00210	0.00095	0.00000	-0.00008	0.00006	0.00087	3-1
8	SLU_media durata	-0.00308	0.00145	-0.00005	-0.00011	0.00009	0.00129	3-1
8	SLE_Quasi Permanente	-0.00108	0.00053	-0.00002	-0.00012	0.00009	0.00038	3-1
8	SLU_permanente	-0.00095	0.00049	-0.00002	-0.00022	0.00015	0.00025	3-1
8	SLE_Rara	-0.00208	0.00098	-0.00003	-0.00008	0.00006	0.00087	3-1
9	SLU_media durata	-0.00229	0.00009	0.00000	0.00000	-0.00667	0.00005	3-1
9	SLE_Quasi Permanente	-0.00074	0.00005	0.00000	0.00000	-0.00235	0.00001	3-1
9	SLU_permanente	-0.00058	0.00006	0.00000	0.00000	-0.00208	0.00001	3-1
9	SLE_Rara	-0.00154	0.00006	0.00000	0.00000	-0.00449	0.00003	3-1
10	SLU_media durata	-0.00268	0.00008	-0.00001	0.00003	-0.00493	0.00231	4-1
10	SLE_Quasi Permanente	-0.00091	0.00004	0.00000	0.00001	-0.00179	0.00074	4-1
10	SLU_permanente	-0.00076	0.00006	0.00000	0.00001	-0.00164	0.00058	4-1
10	SLE_Rara	-0.00180	0.00005	-0.00001	0.00002	-0.00333	0.00155	4-1
11	SLU_media durata	-0.00140	0.00009	-0.00001	-0.00018	-0.00316	0.00167	4-1
11	SLE_Quasi Permanente	-0.00048	0.00005	0.00000	-0.00009	-0.00111	0.00059	4-1
11	SLU_permanente	-0.00042	0.00006	0.00000	-0.00011	-0.00097	0.00052	4-1
11	SLE_Rara	-0.00094	0.00006	-0.00001	-0.00012	-0.00213	0.00113	4-1
12	SLU_media durata	-0.00306	0.00008	-0.00001	-0.00033	-0.00543	0.00165	4-1
12	SLE_Quasi Permanente	-0.00107	0.00004	0.00000	-0.00017	-0.00191	0.00058	4-1
12	SLU_permanente	-0.00094	0.00006	0.00000	-0.00021	-0.00169	0.00052	4-1
12	SLE_Rara	-0.00206	0.00005	-0.00001	-0.00022	-0.00366	0.00111	4-1

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
13	SLU_media durata	-0.00229	0.00149	0.00000	0.00000	-0.00004	0.00112	5-1
13	SLE_Quasi Permanente	-0.00074	0.00054	0.00000	0.00000	-0.00001	0.00025	5-1
13	SLU_permanente	-0.00058	0.00050	0.00000	0.00000	-0.00001	0.00004	5-2
13	SLE_Rara	-0.00154	0.00100	0.00000	0.00000	-0.00003	0.00075	5-2
14	SLU_media durata	-0.00269	0.00147	-0.00003	0.00009	-0.00130	-0.00052	5-3
14	SLE_Quasi Permanente	-0.00091	0.00053	-0.00001	0.00003	-0.00044	-0.00031	5-3
14	SLU_permanente	-0.00076	0.00049	-0.00001	0.00003	-0.00036	-0.00042	5-4
14	SLE_Rara	-0.00181	0.00099	-0.00002	0.00006	-0.00088	-0.00036	5-4
15	SLU_media durata	0.00643	0.00040	-0.00932	-0.00106	-0.00535	-0.00008	5-5
15	SLE_Quasi Permanente	0.00206	-0.00024	-0.00303	-0.00058	-0.00172	-0.00040	5-5
15	SLU_permanente	0.00159	-0.00070	-0.00238	-0.00078	-0.00133	-0.00082	5-6
15	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00627	-0.00071	-0.00360	-0.00005	5-6
16	SLU_media durata	0.00641	0.00039	-0.01139	-0.00072	-0.00630	0.00001	5-1
16	SLE_Quasi Permanente	0.00243	-0.00024	-0.00421	-0.00042	-0.00231	-0.00036	5-1
16	SLU_permanente	0.00239	-0.00070	-0.00399	-0.00059	-0.00218	-0.00077	5-2
16	SLE_Rara	0.00431	0.00027	-0.00767	-0.00049	-0.00424	0.00001	5-2
17	SLU_media durata	0.00643	0.00041	-0.00201	-0.00071	-0.00985	0.00002	5-3
17	SLE_Quasi Permanente	0.00207	-0.00058	-0.00066	-0.00038	-0.00323	-0.00037	5-3
17	SLU_permanente	0.00159	-0.00143	-0.00052	-0.00050	-0.00257	-0.00080	5-4
17	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00135	-0.00048	-0.00662	0.00001	5-4
18	SLU_media durata	0.00643	0.00041	0.00000	-0.00071	-0.01000	0.00002	5-5
18	SLE_Quasi Permanente	0.00207	-0.00065	0.00000	-0.00038	-0.00328	-0.00037	5-5
18	SLU_permanente	0.00160	-0.00159	0.00000	-0.00050	-0.00261	-0.00080	5-6
18	SLE_Rara	0.00432	0.00029	0.00000	-0.00048	-0.00673	0.00001	5-6
19	SLU_media durata	0.00641	0.00041	-0.00247	-0.00281	-0.01201	0.00001	5-1
19	SLE_Quasi Permanente	0.00243	-0.00058	-0.00091	-0.00098	-0.00441	-0.00037	5-1
19	SLU_permanente	0.00239	-0.00143	-0.00085	-0.00085	-0.00414	-0.00079	5-2
19	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00166	-0.00189	-0.00808	0.00001	5-2
20	SLU_media durata	0.00641	0.00041	0.00000	-0.00281	-0.01231	0.00001	5-3
20	SLE_Quasi Permanente	0.00244	-0.00065	0.00000	-0.00098	-0.00452	-0.00037	5-3
20	SLU_permanente	0.00239	-0.00159	0.00000	-0.00085	-0.00424	-0.00079	5-4
20	SLE_Rara	0.00431	0.00028	0.00000	-0.00189	-0.00829	0.00001	5-4
21	SLU_media durata	0.00688	0.00038	-0.00986	0.00006	0.00418	-0.00051	5-5
21	SLE_Quasi Permanente	0.00218	-0.00006	-0.00317	-0.00008	0.00138	-0.00046	5-5
21	SLU_permanente	0.00163	-0.00032	-0.00243	-0.00020	0.00112	-0.00076	5-6
21	SLE_Rara	0.00463	0.00026	-0.00663	0.00004	0.00282	-0.00034	5-6
26	SLU_media durata	0.00748	0.00028	-0.01056	-0.00018	0.00185	-0.00046	5-1
26	SLE_Quasi Permanente	0.00238	-0.00014	-0.00340	-0.00019	0.00064	-0.00046	5-1
26	SLU_permanente	0.00180	-0.00044	-0.00263	-0.00033	0.00056	-0.00079	5-2
26	SLE_Rara	0.00503	0.00019	-0.00710	-0.00012	0.00125	-0.00031	5-2
27	SLU_media durata	0.00760	0.00024	-0.01071	-0.00043	-0.00058	-0.00038	5-3
27	SLE_Quasi Permanente	0.00243	-0.00020	-0.00346	-0.00031	-0.00014	-0.00046	5-3
27	SLU_permanente	0.00185	-0.00055	-0.00269	-0.00046	-0.00005	-0.00082	5-4
27	SLE_Rara	0.00511	0.00017	-0.00721	-0.00029	-0.00039	-0.00025	5-4
28	SLU_media durata	0.00725	0.00027	-0.01030	-0.00070	-0.00302	-0.00028	5-5
28	SLE_Quasi Permanente	0.00232	-0.00024	-0.00334	-0.00043	-0.00094	-0.00045	5-5
28	SLU_permanente	0.00178	-0.00064	-0.00261	-0.00060	-0.00068	-0.00084	5-6
28	SLE_Rara	0.00487	0.00019	-0.00692	-0.00047	-0.00203	-0.00019	5-6

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
29	SLU_media durata	-0.00057	0.00120	-0.00303	0.00094	0.01255	-0.00029	6-1
29	SLE_Quasi Permanente	-0.00017	0.00040	-0.00110	0.00032	0.00456	-0.00030	6-1
29	SLU_permanente	-0.00010	0.00032	-0.00102	0.00026	0.00424	-0.00052	6-1
29	SLE_Rara	-0.00039	0.00081	-0.00204	0.00063	0.00844	-0.00019	6-1
30	SLU_media durata	0.00179	0.00095	-0.00584	0.00080	0.01146	-0.00034	6-1
30	SLE_Quasi Permanente	0.00069	0.00027	-0.00213	0.00025	0.00418	-0.00034	6-1
30	SLU_permanente	0.00071	0.00015	-0.00198	0.00018	0.00390	-0.00057	6-1
30	SLE_Rara	0.00120	0.00064	-0.00393	0.00054	0.00771	-0.00023	6-1
31	SLU_media durata	0.00388	0.00073	-0.00833	0.00064	0.00979	-0.00037	6-1
31	SLE_Quasi Permanente	0.00146	0.00015	-0.00304	0.00017	0.00359	-0.00036	6-1
31	SLU_permanente	0.00142	-0.00002	-0.00283	0.00008	0.00337	-0.00062	6-1
31	SLE_Rara	0.00261	0.00049	-0.00560	0.00043	0.00659	-0.00025	6-1
32	SLU_media durata	0.00559	0.00053	-0.01037	0.00046	0.00765	-0.00037	7-1
32	SLE_Quasi Permanente	0.00209	0.00004	-0.00379	0.00009	0.00283	-0.00038	7-1
32	SLU_permanente	0.00202	-0.00017	-0.00353	-0.00002	0.00268	-0.00066	7-2
32	SLE_Rara	0.00376	0.00036	-0.00698	0.00031	0.00515	-0.00024	7-2
33	SLU_media durata	0.00685	0.00038	-0.01187	0.00026	0.00514	-0.00034	7-3
33	SLE_Quasi Permanente	0.00256	-0.00006	-0.00434	-0.00001	0.00193	-0.00039	7-3
33	SLU_permanente	0.00246	-0.00032	-0.00407	-0.00013	0.00186	-0.00069	7-4
33	SLE_Rara	0.00461	0.00026	-0.00799	0.00017	0.00346	-0.00022	7-4
34	SLU_media durata	0.00759	0.00028	-0.01276	0.00004	0.00238	-0.00028	7-5
34	SLE_Quasi Permanente	0.00284	-0.00014	-0.00468	-0.00011	0.00093	-0.00039	7-5
34	SLU_permanente	0.00274	-0.00044	-0.00439	-0.00024	0.00093	-0.00072	7-6
34	SLE_Rara	0.00510	0.00019	-0.00858	0.00002	0.00160	-0.00019	7-6
35	SLU_media durata	0.00777	0.00024	-0.01298	-0.00021	-0.00052	-0.00019	7-1
35	SLE_Quasi Permanente	0.00292	-0.00020	-0.00477	-0.00021	-0.00014	-0.00038	7-1
35	SLU_permanente	0.00282	-0.00055	-0.00450	-0.00036	-0.00007	-0.00073	7-2
35	SLE_Rara	0.00522	0.00017	-0.00873	-0.00014	-0.00035	-0.00013	7-2
36	SLU_media durata	0.00737	0.00028	-0.01252	-0.00049	-0.00345	-0.00007	7-3
36	SLE_Quasi Permanente	0.00278	-0.00023	-0.00462	-0.00033	-0.00123	-0.00035	7-3
36	SLU_permanente	0.00271	-0.00064	-0.00437	-0.00049	-0.00112	-0.00073	7-4
36	SLE_Rara	0.00496	0.00019	-0.00843	-0.00033	-0.00232	-0.00004	7-4
37	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.01161	-0.00060	-0.00637	-0.00004	7-5
37	SLE_Quasi Permanente	0.00256	-0.00024	-0.00434	-0.00038	-0.00236	-0.00038	7-5
37	SLU_permanente	0.00266	-0.00070	-0.00418	-0.00054	-0.00225	-0.00081	7-6
37	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00781	-0.00040	-0.00428	-0.00002	7-6
38	SLU_media durata	0.00641	0.00041	-0.00351	-0.00303	-0.01212	0.00002	7-1
38	SLE_Quasi Permanente	0.00256	-0.00058	-0.00126	-0.00104	-0.00443	-0.00037	7-1
38	SLU_permanente	0.00266	-0.00143	-0.00116	-0.00089	-0.00414	-0.00079	7-2
38	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00236	-0.00203	-0.00816	0.00001	7-2
40	SLU_media durata	0.00428	0.00028	-0.01148	0.00072	-0.00955	0.00292	7-3
40	SLE_Quasi Permanente	0.00171	-0.00015	-0.00443	-0.00049	-0.00389	0.00109	7-3
40	SLU_permanente	0.00177	-0.00046	-0.00442	-0.00139	-0.00412	0.00105	7-4
40	SLE_Rara	0.00288	0.00019	-0.00772	0.00050	-0.00642	0.00196	7-4
41	SLU_media durata	0.00425	0.00473	-0.00794	-0.02525	-0.01245	0.00019	7-5
41	SLE_Quasi Permanente	0.00170	0.00081	-0.00268	-0.00810	-0.00494	0.00010	7-5
41	SLU_permanente	0.00177	-0.00036	-0.00225	-0.00625	-0.00508	0.00014	7-6
41	SLE_Rara	0.00286	0.00318	-0.00534	-0.01697	-0.00837	0.00013	7-6

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
42	SLU_media durata	0.00214	0.00015	-0.01135	0.00078	-0.00972	0.00276	7-1
42	SLE_Quasi Permanente	0.00085	-0.00007	-0.00451	-0.00047	-0.00394	0.00104	7-1
42	SLU_permanente	0.00089	-0.00023	-0.00466	-0.00137	-0.00416	0.00102	7-2
42	SLE_Rara	0.00144	0.00011	-0.00763	0.00054	-0.00654	0.00186	7-2
43	SLU_media durata	0.00209	0.00903	-0.01235	-0.02520	-0.01244	0.00019	7-3
43	SLE_Quasi Permanente	0.00084	0.00219	-0.00410	-0.00808	-0.00493	0.00010	7-3
43	SLU_permanente	0.00088	0.00070	-0.00335	-0.00624	-0.00508	0.00013	7-4
43	SLE_Rara	0.00141	0.00608	-0.00830	-0.01693	-0.00837	0.00012	7-4
44	SLU_media durata	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00023	-0.00365	0.00167	7-5
44	SLE_Quasi Permanente	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00012	-0.00125	0.00059	7-5
44	SLU_permanente	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00016	-0.00107	0.00052	7-6
44	SLE_Rara	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00016	-0.00245	0.00113	7-6
45	SLU_media durata	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00013	-0.00862	0.00165	8-1
45	SLE_Quasi Permanente	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00008	-0.00301	0.00058	8-1
45	SLU_permanente	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00011	-0.00263	0.00052	8-2
45	SLE_Rara	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00009	-0.00580	0.00111	8-2
48	SLU_media durata	0.00641	0.00039	-0.01108	-0.00197	-0.00617	0.00002	8-3
48	SLE_Quasi Permanente	0.00237	-0.00024	-0.00403	-0.00115	-0.00223	-0.00037	8-3
48	SLU_permanente	0.00225	-0.00070	-0.00373	-0.00159	-0.00206	-0.00080	8-4
48	SLE_Rara	0.00431	0.00027	-0.00746	-0.00133	-0.00415	0.00001	8-4
49	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.01008	-0.00144	-0.00744	0.00002	8-5
49	SLE_Quasi Permanente	0.00237	-0.00030	-0.00366	-0.00093	-0.00273	-0.00037	8-5
49	SLU_permanente	0.00225	-0.00082	-0.00340	-0.00134	-0.00256	-0.00079	8-6
49	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00678	-0.00098	-0.00500	0.00001	8-6
50	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.01032	-0.00104	-0.00765	0.00002	8-1
50	SLE_Quasi Permanente	0.00243	-0.00029	-0.00381	-0.00052	-0.00283	-0.00037	8-1
50	SLU_permanente	0.00239	-0.00082	-0.00361	-0.00066	-0.00269	-0.00079	8-2
50	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00694	-0.00070	-0.00515	0.00001	8-2
51	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00886	-0.00091	-0.00870	0.00002	8-3
51	SLE_Quasi Permanente	0.00237	-0.00035	-0.00322	-0.00071	-0.00320	-0.00037	8-3
51	SLU_permanente	0.00225	-0.00095	-0.00298	-0.00111	-0.00301	-0.00080	8-4
51	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00596	-0.00062	-0.00585	0.00001	8-4
52	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00904	-0.00133	-0.00886	0.00002	8-5
52	SLE_Quasi Permanente	0.00243	-0.00035	-0.00334	-0.00061	-0.00329	-0.00037	8-5
52	SLU_permanente	0.00239	-0.00095	-0.00316	-0.00071	-0.00313	-0.00080	8-6
52	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00608	-0.00090	-0.00596	0.00001	8-6
53	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00744	-0.00062	-0.00999	0.00002	8-1
53	SLE_Quasi Permanente	0.00237	-0.00041	-0.00270	-0.00056	-0.00365	-0.00037	8-1
53	SLU_permanente	0.00226	-0.00107	-0.00250	-0.00092	-0.00341	-0.00080	8-2
53	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00501	-0.00042	-0.00672	0.00001	8-2
54	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00760	-0.00165	-0.00991	0.00002	8-3
54	SLE_Quasi Permanente	0.00243	-0.00041	-0.00280	-0.00069	-0.00368	-0.00037	8-3
54	SLU_permanente	0.00239	-0.00107	-0.00264	-0.00075	-0.00350	-0.00080	8-4
54	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00511	-0.00111	-0.00667	0.00001	8-4
55	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00585	-0.00061	-0.01095	0.00002	8-5
55	SLE_Quasi Permanente	0.00237	-0.00046	-0.00212	-0.00048	-0.00398	-0.00037	8-5
55	SLU_permanente	0.00226	-0.00119	-0.00196	-0.00075	-0.00368	-0.00080	8-6
55	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00394	-0.00041	-0.00737	0.00001	8-6

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
56	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00600	-0.00199	-0.01080	0.00002	8-1
56	SLE_Quasi Permanente	0.00243	-0.00046	-0.00221	-0.00077	-0.00400	-0.00037	8-1
56	SLU_permanente	0.00239	-0.00119	-0.00208	-0.00078	-0.00379	-0.00080	8-2
56	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00404	-0.00134	-0.00727	0.00001	8-2
57	SLU_media durata	0.00641	0.00041	-0.00414	-0.00070	-0.01172	0.00002	8-3
57	SLE_Quasi Permanente	0.00237	-0.00052	-0.00150	-0.00042	-0.00424	-0.00037	8-3
57	SLU_permanente	0.00226	-0.00131	-0.00138	-0.00059	-0.00392	-0.00080	8-4
57	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00279	-0.00047	-0.00788	0.00001	8-4
58	SLU_media durata	0.00641	0.00041	-0.00428	-0.00238	-0.01150	0.00002	8-5
58	SLE_Quasi Permanente	0.00243	-0.00052	-0.00157	-0.00087	-0.00424	-0.00037	8-5
58	SLU_permanente	0.00239	-0.00131	-0.00148	-0.00081	-0.00400	-0.00080	8-6
58	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00288	-0.00160	-0.00774	0.00001	8-6
59	SLU_media durata	0.00641	0.00041	-0.00239	-0.00037	-0.01169	0.00002	9-1
59	SLE_Quasi Permanente	0.00237	-0.00058	-0.00087	-0.00022	-0.00422	-0.00037	9-1
59	SLU_permanente	0.00226	-0.00143	-0.00080	-0.00030	-0.00388	-0.00080	9-1
59	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00161	-0.00025	-0.00787	0.00001	9-1
60	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.01075	-0.00205	-0.00601	0.00002	9-1
60	SLE_Quasi Permanente	0.00231	-0.00024	-0.00383	-0.00118	-0.00214	-0.00037	9-1
60	SLU_permanente	0.00212	-0.00070	-0.00346	-0.00162	-0.00193	-0.00080	9-1
60	SLE_Rara	0.00431	0.00027	-0.00723	-0.00138	-0.00404	0.00001	9-1
61	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00981	-0.00180	-0.00668	0.00002	9-1
61	SLE_Quasi Permanente	0.00231	-0.00030	-0.00349	-0.00109	-0.00244	-0.00037	9-1
61	SLU_permanente	0.00212	-0.00082	-0.00315	-0.00153	-0.00227	-0.00080	9-1
61	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00660	-0.00121	-0.00449	0.00001	9-1
62	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00869	-0.00125	-0.00819	0.00002	10-1
62	SLE_Quasi Permanente	0.00231	-0.00035	-0.00309	-0.00088	-0.00298	-0.00037	10-1
62	SLU_permanente	0.00212	-0.00095	-0.00278	-0.00132	-0.00276	-0.00080	10-1
62	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00585	-0.00085	-0.00551	0.00001	10-1
63	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00734	-0.00083	-0.00963	0.00002	10-1
63	SLE_Quasi Permanente	0.00231	-0.00041	-0.00260	-0.00067	-0.00345	-0.00037	10-1
63	SLU_permanente	0.00212	-0.00107	-0.00233	-0.00106	-0.00314	-0.00080	10-1
63	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00494	-0.00056	-0.00648	0.00001	10-1
64	SLU_media durata	0.00641	0.00040	-0.00578	-0.00058	-0.01092	0.00002	10-1
64	SLE_Quasi Permanente	0.00231	-0.00046	-0.00204	-0.00050	-0.00386	-0.00037	10-1
64	SLU_permanente	0.00212	-0.00119	-0.00183	-0.00081	-0.00345	-0.00080	10-1
64	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00389	-0.00039	-0.00735	0.00001	10-1
65	SLU_media durata	0.00641	0.00041	-0.00407	-0.00041	-0.01154	0.00002	11-1
65	SLE_Quasi Permanente	0.00231	-0.00052	-0.00144	-0.00032	-0.00406	-0.00037	11-1
65	SLU_permanente	0.00212	-0.00131	-0.00129	-0.00051	-0.00360	-0.00080	11-2
65	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00274	-0.00028	-0.00776	0.00001	11-2
66	SLU_media durata	0.00641	0.00041	-0.00233	-0.00037	-0.01136	0.00002	11-3
66	SLE_Quasi Permanente	0.00231	-0.00058	-0.00083	-0.00022	-0.00403	-0.00037	11-3
66	SLU_permanente	0.00213	-0.00143	-0.00075	-0.00030	-0.00362	-0.00080	11-4
66	SLE_Rara	0.00431	0.00028	-0.00157	-0.00025	-0.00764	0.00001	11-4
67	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.01041	-0.00212	-0.00585	0.00002	11-5
67	SLE_Quasi Permanente	0.00225	-0.00024	-0.00363	-0.00121	-0.00204	-0.00037	11-5
67	SLU_permanente	0.00199	-0.00070	-0.00319	-0.00164	-0.00179	-0.00080	11-6
67	SLE_Rara	0.00432	0.00027	-0.00700	-0.00143	-0.00393	0.00001	11-6

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
68	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00950	-0.00196	-0.00631	0.00002	11-1
68	SLE_Quasi Permanente	0.00225	-0.00030	-0.00331	-0.00112	-0.00230	-0.00037	11-1
68	SLU_permanente	0.00199	-0.00082	-0.00290	-0.00152	-0.00212	-0.00080	11-2
68	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00639	-0.00132	-0.00425	0.00001	11-2
69	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00844	-0.00178	-0.00767	0.00002	11-3
69	SLE_Quasi Permanente	0.00225	-0.00035	-0.00293	-0.00102	-0.00274	-0.00037	11-3
69	SLU_permanente	0.00199	-0.00095	-0.00255	-0.00139	-0.00249	-0.00080	11-4
69	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00568	-0.00120	-0.00516	0.00001	11-4
70	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00715	-0.00143	-0.00923	0.00002	11-5
70	SLE_Quasi Permanente	0.00225	-0.00041	-0.00247	-0.00084	-0.00322	-0.00037	11-5
70	SLU_permanente	0.00199	-0.00107	-0.00214	-0.00115	-0.00283	-0.00080	11-6
70	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00481	-0.00097	-0.00621	0.00001	11-6
71	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00565	-0.00102	-0.01052	0.00002	11-1
71	SLE_Quasi Permanente	0.00225	-0.00046	-0.00195	-0.00060	-0.00361	-0.00037	11-1
71	SLU_permanente	0.00199	-0.00119	-0.00169	-0.00084	-0.00310	-0.00080	11-2
71	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00380	-0.00069	-0.00707	0.00001	11-2
72	SLU_media durata	0.00642	0.00041	-0.00398	-0.00074	-0.01137	0.00002	11-3
72	SLE_Quasi Permanente	0.00225	-0.00052	-0.00138	-0.00042	-0.00388	-0.00037	11-3
72	SLU_permanente	0.00199	-0.00131	-0.00120	-0.00058	-0.00330	-0.00080	11-4
72	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00268	-0.00050	-0.00765	0.00001	11-4
73	SLU_media durata	0.00642	0.00041	-0.00226	-0.00040	-0.01102	0.00002	11-5
73	SLE_Quasi Permanente	0.00225	-0.00058	-0.00079	-0.00023	-0.00384	-0.00037	11-5
73	SLU_permanente	0.00199	-0.00143	-0.00069	-0.00031	-0.00336	-0.00080	11-6
73	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00152	-0.00027	-0.00741	0.00001	11-6
74	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.01005	-0.00218	-0.00569	0.00002	11-1
74	SLE_Quasi Permanente	0.00219	-0.00024	-0.00343	-0.00122	-0.00194	-0.00037	11-1
74	SLU_permanente	0.00185	-0.00070	-0.00292	-0.00165	-0.00165	-0.00080	11-2
74	SLE_Rara	0.00432	0.00027	-0.00676	-0.00147	-0.00383	0.00001	11-2
75	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00914	-0.00223	-0.00626	0.00002	11-3
75	SLE_Quasi Permanente	0.00219	-0.00030	-0.00311	-0.00119	-0.00222	-0.00037	11-3
75	SLU_permanente	0.00186	-0.00083	-0.00264	-0.00156	-0.00199	-0.00080	11-4
75	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00615	-0.00150	-0.00422	0.00001	11-4
76	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00810	-0.00223	-0.00744	0.00001	11-5
76	SLE_Quasi Permanente	0.00219	-0.00035	-0.00275	-0.00111	-0.00258	-0.00037	11-5
76	SLU_permanente	0.00186	-0.00095	-0.00231	-0.00139	-0.00225	-0.00080	11-6
76	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00545	-0.00150	-0.00501	0.00001	11-6
77	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00686	-0.00202	-0.00876	0.00002	12-1
77	SLE_Quasi Permanente	0.00219	-0.00041	-0.00232	-0.00095	-0.00298	-0.00037	12-1
77	SLU_permanente	0.00186	-0.00107	-0.00194	-0.00116	-0.00251	-0.00080	12-2
77	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00462	-0.00136	-0.00590	0.00001	12-2
78	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00543	-0.00158	-0.00997	0.00002	12-3
78	SLE_Quasi Permanente	0.00219	-0.00046	-0.00184	-0.00074	-0.00334	-0.00037	12-3
78	SLU_permanente	0.00186	-0.00119	-0.00154	-0.00089	-0.00275	-0.00080	12-4
78	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00365	-0.00106	-0.00671	0.00001	12-4
79	SLU_media durata	0.00642	0.00041	-0.00384	-0.00091	-0.01080	0.00002	12-5
79	SLE_Quasi Permanente	0.00219	-0.00052	-0.00131	-0.00045	-0.00360	-0.00037	12-5
79	SLU_permanente	0.00186	-0.00131	-0.00110	-0.00056	-0.00296	-0.00080	12-6
79	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00258	-0.00061	-0.00726	0.00001	12-6

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
80	SLU_media durata	0.00642	0.00041	-0.00219	-0.00045	-0.01064	0.00002	12-1
80	SLE_Quasi Permanente	0.00219	-0.00058	-0.00075	-0.00024	-0.00363	-0.00037	12-1
80	SLU_permanente	0.00186	-0.00143	-0.00064	-0.00032	-0.00309	-0.00080	12-2
80	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00147	-0.00031	-0.00716	0.00001	12-2
81	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00968	-0.00220	-0.00553	0.00002	12-3
81	SLE_Quasi Permanente	0.00213	-0.00024	-0.00323	-0.00122	-0.00183	-0.00037	12-3
81	SLU_permanente	0.00172	-0.00070	-0.00265	-0.00164	-0.00149	-0.00080	12-4
81	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00651	-0.00148	-0.00372	0.00001	12-4
82	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00876	-0.00218	-0.00636	0.00001	12-5
82	SLE_Quasi Permanente	0.00213	-0.00030	-0.00292	-0.00112	-0.00214	-0.00037	12-5
82	SLU_permanente	0.00172	-0.00083	-0.00238	-0.00143	-0.00177	-0.00080	12-6
82	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00589	-0.00147	-0.00428	0.00001	12-6
83	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00771	-0.00229	-0.00738	0.00002	12-1
83	SLE_Quasi Permanente	0.00213	-0.00035	-0.00256	-0.00104	-0.00246	-0.00037	12-1
83	SLU_permanente	0.00172	-0.00095	-0.00208	-0.00123	-0.00201	-0.00080	12-2
83	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00518	-0.00154	-0.00497	0.00001	12-2
84	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00649	-0.00219	-0.00840	0.00002	12-3
84	SLE_Quasi Permanente	0.00213	-0.00041	-0.00216	-0.00093	-0.00278	-0.00037	12-3
84	SLU_permanente	0.00172	-0.00107	-0.00175	-0.00104	-0.00224	-0.00080	12-4
84	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00437	-0.00147	-0.00565	0.00001	12-4
85	SLU_media durata	0.00642	0.00040	-0.00514	-0.00177	-0.00931	0.00002	12-5
85	SLE_Quasi Permanente	0.00213	-0.00046	-0.00171	-0.00075	-0.00307	-0.00037	12-5
85	SLU_permanente	0.00172	-0.00119	-0.00139	-0.00083	-0.00246	-0.00080	12-6
85	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00346	-0.00119	-0.00626	0.00001	12-6
86	SLU_media durata	0.00642	0.00041	-0.00366	-0.00112	-0.00994	0.00002	12-1
86	SLE_Quasi Permanente	0.00213	-0.00052	-0.00122	-0.00052	-0.00327	-0.00037	12-1
86	SLU_permanente	0.00173	-0.00131	-0.00100	-0.00061	-0.00261	-0.00080	12-2
86	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00246	-0.00076	-0.00669	0.00001	12-2
87	SLU_media durata	0.00642	0.00041	-0.00210	-0.00051	-0.01024	0.00002	12-3
87	SLE_Quasi Permanente	0.00213	-0.00058	-0.00071	-0.00026	-0.00343	-0.00037	12-3
87	SLU_permanente	0.00173	-0.00143	-0.00058	-0.00034	-0.00283	-0.00080	12-4
87	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00141	-0.00034	-0.00689	0.00001	12-4
88	SLU_media durata	0.00643	0.00040	-0.00843	-0.00107	-0.00639	0.00001	12-5
88	SLE_Quasi Permanente	0.00206	-0.00030	-0.00274	-0.00058	-0.00206	-0.00037	12-5
88	SLU_permanente	0.00159	-0.00083	-0.00216	-0.00076	-0.00160	-0.00080	12-6
88	SLE_Rara	0.00432	0.00027	-0.00567	-0.00072	-0.00430	0.00001	12-6
89	SLU_media durata	0.00643	0.00040	-0.00738	-0.00107	-0.00734	0.00002	13-1
89	SLE_Quasi Permanente	0.00207	-0.00035	-0.00240	-0.00056	-0.00238	-0.00037	13-1
89	SLU_permanente	0.00159	-0.00095	-0.00190	-0.00073	-0.00185	-0.00080	13-1
89	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00496	-0.00072	-0.00494	0.00002	13-1
90	SLU_media durata	0.00643	0.00040	-0.00619	-0.00102	-0.00817	0.00002	13-1
90	SLE_Quasi Permanente	0.00207	-0.00041	-0.00202	-0.00053	-0.00266	-0.00037	13-1
90	SLU_permanente	0.00159	-0.00107	-0.00160	-0.00068	-0.00208	-0.00080	13-1
90	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00416	-0.00069	-0.00550	0.00001	13-1
91	SLU_media durata	0.00643	0.00040	-0.00489	-0.00094	-0.00888	0.00002	14-1
91	SLE_Quasi Permanente	0.00207	-0.00046	-0.00160	-0.00048	-0.00289	-0.00037	14-1
91	SLU_permanente	0.00159	-0.00119	-0.00126	-0.00062	-0.00228	-0.00080	14-2
91	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00329	-0.00063	-0.00597	0.00001	14-2

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
92	SLU_media durata	0.00643	0.00041	-0.00348	-0.00083	-0.00944	0.00002	14-3
92	SLE_Quasi Permanente	0.00207	-0.00052	-0.00114	-0.00043	-0.00309	-0.00037	14-3
92	SLU_permanente	0.00159	-0.00131	-0.00090	-0.00056	-0.00244	-0.00080	14-4
92	SLE_Rara	0.00432	0.00028	-0.00234	-0.00056	-0.00635	0.00001	14-4
93	SLU_media durata	-0.00279	0.00008	-0.00007	0.00028	-0.00472	0.00165	14-5
93	SLE_Quasi Permanente	-0.00098	0.00004	-0.00002	0.00009	-0.00167	0.00058	14-5
93	SLU_permanente	-0.00085	0.00006	-0.00002	0.00007	-0.00148	0.00052	14-6
93	SLE_Rara	-0.00188	0.00005	-0.00005	0.00019	-0.00318	0.00111	14-6
94	SLU_media durata	-0.00279	0.00031	0.00013	0.00011	-0.00061	0.00166	14-1
94	SLE_Quasi Permanente	-0.00098	0.00012	0.00005	0.00000	-0.00026	0.00059	14-1
94	SLU_permanente	-0.00085	0.00013	0.00006	-0.00005	-0.00028	0.00052	14-2
94	SLE_Rara	-0.00188	0.00021	0.00009	0.00007	-0.00041	0.00112	14-2
95	SLU_media durata	-0.00307	0.00030	0.00001	-0.00031	-0.00002	0.00166	14-3
95	SLE_Quasi Permanente	-0.00107	0.00012	0.00000	-0.00017	-0.00001	0.00059	14-3
95	SLU_permanente	-0.00094	0.00013	0.00000	-0.00022	-0.00001	0.00052	14-4
95	SLE_Rara	-0.00207	0.00021	0.00001	-0.00021	-0.00001	0.00112	14-4
96	SLU_media durata	-0.00279	0.00053	0.00010	-0.00019	0.00044	0.00166	14-5
96	SLE_Quasi Permanente	-0.00098	0.00020	0.00005	-0.00016	0.00012	0.00059	14-5
96	SLU_permanente	-0.00085	0.00020	0.00006	-0.00024	0.00007	0.00052	14-6
96	SLE_Rara	-0.00188	0.00036	0.00007	-0.00013	0.00030	0.00112	14-6
97	SLU_media durata	-0.00307	0.00053	0.00001	-0.00027	0.00006	0.00166	14-1
97	SLE_Quasi Permanente	-0.00108	0.00020	0.00000	-0.00016	0.00002	0.00059	14-1
97	SLU_permanente	-0.00094	0.00020	0.00000	-0.00022	0.00001	0.00052	14-2
97	SLE_Rara	-0.00207	0.00036	0.00001	-0.00018	0.00004	0.00112	14-2
98	SLU_media durata	-0.00280	0.00076	0.00003	0.00018	0.00034	0.00167	14-3
98	SLE_Quasi Permanente	-0.00098	0.00029	0.00003	-0.00005	0.00011	0.00059	14-3
98	SLU_permanente	-0.00086	0.00027	0.00004	-0.00018	0.00009	0.00052	14-4
98	SLE_Rara	-0.00188	0.00051	0.00002	0.00012	0.00023	0.00112	14-4
99	SLU_media durata	-0.00307	0.00076	0.00000	-0.00020	0.00010	0.00167	14-5
99	SLE_Quasi Permanente	-0.00108	0.00029	0.00000	-0.00014	0.00004	0.00059	14-5
99	SLU_permanente	-0.00094	0.00027	0.00000	-0.00022	0.00003	0.00052	14-6
99	SLE_Rara	-0.00207	0.00051	0.00000	-0.00014	0.00007	0.00112	14-6
100	SLU_media durata	-0.00280	0.00099	-0.00002	0.00033	0.00020	0.00168	14-1
100	SLE_Quasi Permanente	-0.00098	0.00037	0.00001	0.00002	0.00009	0.00059	14-1
100	SLU_permanente	-0.00086	0.00034	0.00003	-0.00010	0.00010	0.00053	14-2
100	SLE_Rara	-0.00189	0.00067	-0.00002	0.00022	0.00014	0.00113	14-2
101	SLU_media durata	-0.00308	0.00099	-0.00002	-0.00016	0.00012	0.00167	14-3
101	SLE_Quasi Permanente	-0.00108	0.00037	0.00000	-0.00013	0.00005	0.00059	14-3
101	SLU_permanente	-0.00094	0.00034	0.00000	-0.00021	0.00004	0.00053	14-4
101	SLE_Rara	-0.00207	0.00067	-0.00001	-0.00011	0.00008	0.00113	14-4
102	SLU_media durata	-0.00280	0.00122	-0.00005	0.00024	0.00005	0.00166	14-5
102	SLE_Quasi Permanente	-0.00098	0.00045	-0.00001	0.00004	0.00006	0.00058	14-5
102	SLU_permanente	-0.00086	0.00042	0.00001	-0.00002	0.00011	0.00052	14-6
102	SLE_Rara	-0.00189	0.00082	-0.00003	0.00016	0.00004	0.00112	14-6
103	SLU_media durata	-0.00308	0.00122	-0.00003	-0.00012	0.00012	0.00168	15-1
103	SLE_Quasi Permanente	-0.00108	0.00045	-0.00001	-0.00013	0.00005	0.00059	15-1
103	SLU_permanente	-0.00095	0.00042	-0.00001	-0.00021	0.00005	0.00053	15-1
103	SLE_Rara	-0.00208	0.00082	-0.00002	-0.00008	0.00008	0.00113	15-1

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
104	SLU_media durata	-0.00280	0.00145	-0.00006	0.00008	0.00004	0.00169	15-1
104	SLE_Quasi Permanente	-0.00098	0.00053	-0.00002	0.00002	0.00008	0.00060	15-1
104	SLU_permanente	-0.00086	0.00049	-0.00002	0.00001	0.00014	0.00053	15-1
104	SLE_Rara	-0.00189	0.00098	-0.00004	0.00005	0.00003	0.00114	15-1
105	SLU_media durata	-0.00251	0.00008	-0.00011	0.00015	-0.00417	0.00166	16-1
105	SLE_Quasi Permanente	-0.00088	0.00004	-0.00004	0.00005	-0.00148	0.00059	16-1
105	SLU_permanente	-0.00077	0.00006	-0.00003	0.00004	-0.00132	0.00052	16-1
105	SLE_Rara	-0.00169	0.00005	-0.00008	0.00010	-0.00281	0.00112	16-1
106	SLU_media durata	-0.00252	0.00031	0.00014	0.00033	-0.00095	0.00166	16-1
106	SLE_Quasi Permanente	-0.00088	0.00012	0.00006	0.00010	-0.00043	0.00059	16-1
106	SLU_permanente	-0.00077	0.00013	0.00007	0.00007	-0.00049	0.00052	16-1
106	SLE_Rara	-0.00169	0.00021	0.00009	0.00022	-0.00065	0.00112	16-1
107	SLU_media durata	-0.00252	0.00054	0.00012	0.00032	0.00053	0.00166	16-1
107	SLE_Quasi Permanente	-0.00088	0.00021	0.00007	0.00007	0.00012	0.00059	16-1
107	SLU_permanente	-0.00077	0.00020	0.00009	0.00001	0.00002	0.00052	16-1
107	SLE_Rara	-0.00170	0.00036	0.00008	0.00021	0.00035	0.00112	16-1
108	SLU_media durata	-0.00252	0.00076	0.00001	0.00021	0.00063	0.00167	17-1
108	SLE_Quasi Permanente	-0.00088	0.00029	0.00004	0.00002	0.00021	0.00059	17-1
108	SLU_permanente	-0.00077	0.00027	0.00007	-0.00005	0.00017	0.00053	17-1
108	SLE_Rara	-0.00170	0.00052	0.00001	0.00014	0.00042	0.00113	17-1
109	SLU_media durata	-0.00252	0.00099	-0.00006	0.00025	0.00021	0.00167	17-1
109	SLE_Quasi Permanente	-0.00088	0.00037	0.00001	0.00005	0.00013	0.00059	17-1
109	SLU_permanente	-0.00077	0.00034	0.00004	-0.00001	0.00018	0.00052	17-1
109	SLE_Rara	-0.00170	0.00067	-0.00004	0.00017	0.00014	0.00112	17-1
110	SLU_media durata	-0.00252	0.00122	-0.00008	0.00015	-0.00015	0.00168	17-1
110	SLE_Quasi Permanente	-0.00088	0.00045	-0.00001	0.00003	0.00005	0.00060	17-1
110	SLU_permanente	-0.00077	0.00042	0.00001	0.00001	0.00017	0.00053	17-1
110	SLE_Rara	-0.00170	0.00082	-0.00005	0.00010	-0.00010	0.00113	17-1
111	SLU_media durata	-0.00252	0.00145	-0.00007	0.00005	-0.00002	0.00168	20-1
111	SLE_Quasi Permanente	-0.00088	0.00053	-0.00002	0.00001	0.00006	0.00059	20-1
111	SLU_permanente	-0.00077	0.00049	-0.00002	0.00001	0.00013	0.00053	20-1
111	SLE_Rara	-0.00170	0.00098	-0.00005	0.00003	-0.00001	0.00113	20-1
112	SLU_media durata	-0.00224	0.00008	-0.00013	0.00000	-0.00375	0.00167	20-1
112	SLE_Quasi Permanente	-0.00078	0.00004	-0.00004	0.00000	-0.00134	0.00059	20-1
112	SLU_permanente	-0.00068	0.00006	-0.00003	0.00000	-0.00120	0.00052	20-1
112	SLE_Rara	-0.00151	0.00005	-0.00008	0.00000	-0.00253	0.00112	20-1
113	SLU_media durata	-0.00224	0.00031	0.00011	0.00020	-0.00079	0.00166	20-1
113	SLE_Quasi Permanente	-0.00078	0.00012	0.00005	0.00007	-0.00038	0.00059	20-1
113	SLU_permanente	-0.00068	0.00013	0.00006	0.00007	-0.00046	0.00052	20-1
113	SLE_Rara	-0.00151	0.00021	0.00007	0.00014	-0.00054	0.00112	20-1
114	SLU_media durata	-0.00224	0.00054	0.00009	0.00022	0.00045	0.00167	21-1
114	SLE_Quasi Permanente	-0.00078	0.00021	0.00006	0.00009	0.00008	0.00059	21-1
114	SLU_permanente	-0.00068	0.00020	0.00008	0.00009	-0.00003	0.00052	21-1
114	SLE_Rara	-0.00151	0.00036	0.00006	0.00015	0.00030	0.00112	21-1
115	SLU_media durata	-0.00224	0.00077	-0.00002	0.00022	0.00063	0.00166	21-1
115	SLE_Quasi Permanente	-0.00078	0.00029	0.00003	0.00009	0.00021	0.00059	21-1
115	SLU_permanente	-0.00068	0.00027	0.00007	0.00009	0.00018	0.00052	21-1
115	SLE_Rara	-0.00151	0.00052	-0.00001	0.00015	0.00042	0.00112	21-1

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
116	SLU_media durata	-0.00224	0.00099	-0.00009	0.00012	0.00017	0.00167	21-1
116	SLE_Quasi Permanente	-0.00078	0.00037	0.00000	0.00005	0.00013	0.00059	21-1
116	SLU_permanente	-0.00068	0.00034	0.00003	0.00006	0.00020	0.00053	21-1
116	SLE_Rara	-0.00151	0.00067	-0.00006	0.00008	0.00012	0.00113	21-1
117	SLU_media durata	-0.00224	0.00122	-0.00009	0.00006	-0.00027	0.00167	22-1
117	SLE_Quasi Permanente	-0.00078	0.00045	-0.00002	0.00002	0.00002	0.00059	22-1
117	SLU_permanente	-0.00068	0.00042	0.00001	0.00003	0.00016	0.00052	22-1
117	SLE_Rara	-0.00151	0.00083	-0.00006	0.00004	-0.00018	0.00112	22-1
118	SLU_media durata	-0.00225	0.00145	-0.00007	0.00000	-0.00006	0.00167	22-1
118	SLE_Quasi Permanente	-0.00078	0.00053	-0.00002	0.00000	0.00004	0.00059	22-1
118	SLU_permanente	-0.00068	0.00049	-0.00002	0.00000	0.00011	0.00053	22-1
118	SLE_Rara	-0.00151	0.00098	-0.00005	0.00000	-0.00004	0.00113	22-1
119	SLU_media durata	-0.00196	0.00008	-0.00011	-0.00014	-0.00344	0.00167	22-1
119	SLE_Quasi Permanente	-0.00068	0.00004	-0.00004	-0.00004	-0.00122	0.00059	22-1
119	SLU_permanente	-0.00059	0.00006	-0.00003	-0.00003	-0.00109	0.00052	22-1
119	SLE_Rara	-0.00132	0.00006	-0.00007	-0.00009	-0.00232	0.00113	22-1
120	SLU_media durata	-0.00196	0.00031	0.00009	-0.00002	-0.00066	0.00167	23-1
120	SLE_Quasi Permanente	-0.00068	0.00013	0.00004	0.00002	-0.00031	0.00059	23-1
120	SLU_permanente	-0.00059	0.00013	0.00005	0.00004	-0.00037	0.00052	23-1
120	SLE_Rara	-0.00132	0.00021	0.00006	-0.00002	-0.00045	0.00112	23-1
121	SLU_media durata	-0.00196	0.00054	0.00006	0.00010	0.00053	0.00167	23-1
121	SLE_Quasi Permanente	-0.00068	0.00021	0.00004	0.00009	0.00012	0.00059	23-1
121	SLU_permanente	-0.00059	0.00020	0.00006	0.00014	0.00004	0.00052	23-1
121	SLE_Rara	-0.00132	0.00036	0.00004	0.00007	0.00035	0.00112	23-1
122	SLU_media durata	-0.00196	0.00077	-0.00004	0.00004	0.00051	0.00167	23-1
122	SLE_Quasi Permanente	-0.00068	0.00029	0.00001	0.00008	0.00017	0.00059	23-1
122	SLU_permanente	-0.00059	0.00027	0.00004	0.00015	0.00014	0.00053	23-1
122	SLE_Rara	-0.00132	0.00052	-0.00003	0.00003	0.00034	0.00113	23-1
123	SLU_media durata	-0.00196	0.00100	-0.00010	-0.00004	0.00010	0.00166	24-1
123	SLE_Quasi Permanente	-0.00068	0.00037	-0.00001	0.00004	0.00009	0.00059	24-1
123	SLU_permanente	-0.00059	0.00035	0.00002	0.00010	0.00014	0.00052	24-1
123	SLE_Rara	-0.00132	0.00067	-0.00006	-0.00002	0.00007	0.00112	24-1
124	SLU_media durata	-0.00197	0.00122	-0.00009	-0.00006	-0.00029	0.00167	24-1
124	SLE_Quasi Permanente	-0.00068	0.00045	-0.00002	0.00000	-0.00001	0.00059	24-1
124	SLU_permanente	-0.00059	0.00042	0.00000	0.00003	0.00010	0.00053	24-1
124	SLE_Rara	-0.00132	0.00083	-0.00006	-0.00004	-0.00019	0.00113	24-1
125	SLU_media durata	-0.00197	0.00145	-0.00007	-0.00006	-0.00009	0.00167	24-1
125	SLE_Quasi Permanente	-0.00068	0.00053	-0.00002	-0.00002	0.00003	0.00059	24-1
125	SLU_permanente	-0.00059	0.00049	-0.00001	-0.00001	0.00010	0.00053	24-1
125	SLE_Rara	-0.00132	0.00098	-0.00004	-0.00004	-0.00006	0.00113	24-1
126	SLU_media durata	-0.00168	0.00008	-0.00007	-0.00025	-0.00324	0.00167	25-1
126	SLE_Quasi Permanente	-0.00058	0.00005	-0.00002	-0.00008	-0.00114	0.00059	25-1
126	SLU_permanente	-0.00050	0.00006	-0.00002	-0.00006	-0.00101	0.00052	25-1
126	SLE_Rara	-0.00113	0.00006	-0.00005	-0.00017	-0.00218	0.00113	25-1
127	SLU_media durata	-0.00168	0.00031	0.00006	0.00010	-0.00028	0.00167	25-1
127	SLE_Quasi Permanente	-0.00058	0.00013	0.00003	0.00007	-0.00013	0.00059	25-1
127	SLU_permanente	-0.00051	0.00013	0.00003	0.00010	-0.00016	0.00052	25-1
127	SLE_Rara	-0.00113	0.00021	0.00004	0.00007	-0.00019	0.00112	25-1

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	U1	U2	U3	R1	R2	R3	FrameElem
Text	Text	m	m	m	Radians	Radians	Radians	Text
128	SLU_media durata	-0.00168	0.00054	0.00003	0.00012	0.00032	0.00167	25-1
128	SLE_Quasi Permanente	-0.00058	0.00021	0.00002	0.00011	0.00009	0.00059	25-1
128	SLU_permanente	-0.00051	0.00020	0.00003	0.00018	0.00004	0.00053	25-1
128	SLE_Rara	-0.00113	0.00036	0.00002	0.00008	0.00021	0.00113	25-1
129	SLU_media durata	-0.00168	0.00077	-0.00003	-0.00023	0.00025	0.00167	26-1
129	SLE_Quasi Permanente	-0.00058	0.00029	0.00000	0.00001	0.00008	0.00059	26-1
129	SLU_permanente	-0.00051	0.00027	0.00002	0.00011	0.00007	0.00052	26-1
129	SLE_Rara	-0.00113	0.00052	-0.00002	-0.00015	0.00017	0.00112	26-1
130	SLU_media durata	-0.00169	0.00100	-0.00007	-0.00038	0.00008	0.00167	26-1
130	SLE_Quasi Permanente	-0.00059	0.00037	-0.00001	-0.00006	0.00005	0.00059	26-1
130	SLU_permanente	-0.00051	0.00035	0.00000	0.00004	0.00007	0.00053	26-1
130	SLE_Rara	-0.00114	0.00067	-0.00004	-0.00025	0.00005	0.00113	26-1
131	SLU_media durata	-0.00169	0.00123	-0.00007	-0.00024	-0.00011	0.00165	26-1
131	SLE_Quasi Permanente	-0.00059	0.00045	-0.00002	-0.00005	0.00000	0.00058	26-1
131	SLU_permanente	-0.00051	0.00042	0.00000	0.00000	0.00005	0.00051	26-1
131	SLE_Rara	-0.00114	0.00083	-0.00004	-0.00016	-0.00007	0.00111	26-1
132	SLU_media durata	-0.00169	0.00145	-0.00005	-0.00010	-0.00009	0.00167	27-1
132	SLE_Quasi Permanente	-0.00059	0.00053	-0.00002	-0.00003	0.00002	0.00059	27-1
132	SLU_permanente	-0.00051	0.00049	-0.00001	-0.00002	0.00008	0.00053	27-1
132	SLE_Rara	-0.00114	0.00098	-0.00003	-0.00007	-0.00006	0.00113	27-1
133	SLU_media durata	-0.00140	0.00031	0.00000	-0.00022	-0.00001	0.00167	27-1
133	SLE_Quasi Permanente	-0.00048	0.00013	0.00000	-0.00010	-0.00001	0.00059	27-1
133	SLU_permanente	-0.00042	0.00013	0.00000	-0.00011	-0.00002	0.00052	27-1
133	SLE_Rara	-0.00094	0.00021	0.00000	-0.00015	-0.00001	0.00112	27-1
134	SLU_media durata	-0.00140	0.00054	0.00000	-0.00025	0.00003	0.00167	27-1
134	SLE_Quasi Permanente	-0.00049	0.00021	0.00000	-0.00011	0.00000	0.00059	27-1
134	SLU_permanente	-0.00042	0.00020	0.00000	-0.00012	0.00000	0.00052	27-1
134	SLE_Rara	-0.00095	0.00037	0.00000	-0.00017	0.00002	0.00112	27-1
135	SLU_media durata	-0.00141	0.00077	-0.00001	-0.00030	0.00005	0.00167	28-1
135	SLE_Quasi Permanente	-0.00049	0.00029	0.00000	-0.00012	0.00001	0.00059	28-1
135	SLU_permanente	-0.00042	0.00027	0.00000	-0.00013	0.00001	0.00052	28-1
135	SLE_Rara	-0.00095	0.00052	-0.00001	-0.00020	0.00003	0.00112	28-1
136	SLU_media durata	-0.00141	0.00100	-0.00002	-0.00033	0.00005	0.00167	28-1
136	SLE_Quasi Permanente	-0.00049	0.00037	0.00000	-0.00014	0.00002	0.00059	28-1
136	SLU_permanente	-0.00042	0.00035	0.00000	-0.00015	0.00002	0.00053	28-1
136	SLE_Rara	-0.00095	0.00067	-0.00001	-0.00022	0.00003	0.00113	28-1
137	SLU_media durata	-0.00141	0.00123	-0.00002	-0.00037	0.00005	0.00167	28-1
137	SLE_Quasi Permanente	-0.00049	0.00045	-0.00001	-0.00016	0.00002	0.00059	28-1
137	SLU_permanente	-0.00042	0.00042	0.00000	-0.00017	0.00002	0.00053	28-1
137	SLE_Rara	-0.00095	0.00083	-0.00002	-0.00025	0.00003	0.00113	28-1

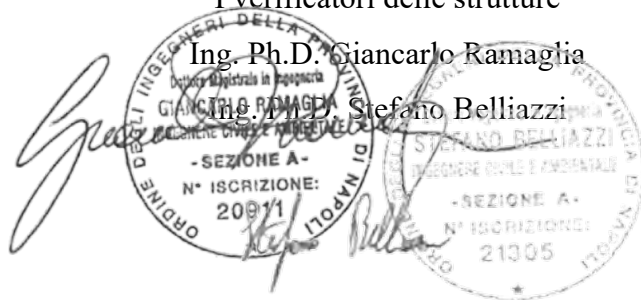


Napoli, 27/09/2022

I verificatori delle strutture

Ing. Ph.D. Giancarlo Ramaglia

Ing. Stefano Belliazzi



REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO



Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

RELAZIONE ARCHEOLOGICA

Data: settembre 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
29

“Valorizzazione del patrimonio archeologico della Regione Molise”

Intervento “Valorizzazione e ricerca della villa dei Neratii - località Crocella - di San Giuliano del Sannio (CB)” - (CUP:H14I19000960001)

Relazione archeologica

Prof.ssa Fulvia Ciliberto

1. Le indagini archeologiche del 2018-2019

Nel 2018 il Dipartimento di Scienze Umanistiche, Sociali e della Formazione dell’Università del Molise – in accordo con il Comune di San Giuliano del Sannio, con il quale è stata stipulata una convenzione, e con la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio del Molise – ha riavviato le indagini nell’area di interesse archeologico, denominata “Villa del *Neratii*” presso l’attuale paese di San Giuliano del Sannio (CB).

L’area era stata già indagata precedentemente, sempre da parte dell’Università del Molise, attraverso quattro campagne di scavo (2004-2005, 2009 e 2010) dirette da G. De Benedittis (cfr. G. De Benedittis 2011, pp. 12, 159) e la rilevanza dei rinvenimenti è alla base della decisione di riprendere i lavori.

Nel primo anno di scavo, ci si è concentrati sul terreno P.C. 392, e in particolare nella porzione a sud della casetta ottocentesca P.C. 393 (Settore A del Saggio II), riprendendo il lavoro da dove è stato interrotto alla fine delle due campagne di scavo del 2010. Si è effettuata una prima pulizia dalla vegetazione per permetterne la messa in sicurezza, si è poi proceduto ad una più approfondita pulizia per poter realizzare il rilievo dell’area, al termine del quale si è deciso di limitare lo scavo alla sola porzione del Settore A (Quadrato 1), maggiormente utile a fare chiarezza sulla natura dell’area, considerata parte di un ambiente pertinente ad un impianto termale (cfr. De Benedittis 2011, pp. 160, 163), ed in particolare un calidario, delimitato verso



nord dal muro in opera reticolata con semicolonne in cotto (muro B) e a sud da un ipotetico muro, identificato in una serie di piccoli blocchi in calcare, che in alcuni punti apparivano allineati, ma che con il procedere dello scavo si sono rivelati essere parte di un ammasso di pietrame, rotolato in basso a seguito della rovina del muro B.

Nella campagna di scavo 2019, da una parte si è proseguito lo scavo del Settore A del Saggio II a sud della casetta ottocentesca, dall'altra si è iniziato quello nel Settore B del Saggio I, scegliendo un'area (Quadrato 2), che in larghezza comprendesse tutto lo spazio tra il muro A e il muro B, che definisce un vano chiuso, già considerato, si crede giustamente, un criptoportico (cfr. De Benedittis 2011, p. 70). La scelta di comprendere all'interno del Quadrato 2 anche una galleria che si apre perpendicolarmente sul criptoportico, sebbene si sia deciso di non intervenire all'interno, nasce dal voler capire come essa si collega con il criptoportico, un dato che certamente sarà utile a definirne la funzione ad oggi discussa.

2. Prosecuzione delle indagini e prospettive di ricerca

Le indagini proseguiranno con l'intenzione di portare a termine lo scavo del Settore A del Saggio II (l'area a sud della casetta P.C. 393), in modo da pubblicare una prima relazione con le novità interpretative e il materiale rinvenuto. Si proseguirà poi lo scavo del Quadrato 2 del Settore B del Saggio I (criptoportico), per poter mettere in luce completamente in questo punto la struttura.

Inoltre, è prevista un'indagine nell'area tra le due casette ottocentesche (P.C. 393 e 631), che permetterà di fare chiarezza su aspetti rimasti irrisolti, quali la continuità o meno dei muri del criptoportico in questo punto e quindi la presenza o l'assenza di un passaggio, ipotizzato da Gaggiotti 1984/85 (cfr. bibliografia); oppure la verifica dell'ipotizzata presenza in questo punto di una chiesetta, che insisterebbe sulle rovine romane.

Il restauro degli alzati e la creazione di un percorso di visita potranno consentire, a cantiere chiuso, la fruizione dei resti e la loro valorizzazione in varie forme, considerata la vocazione oltre che storico-archeologica anche naturalistica della zona, strettamente correlata al vicino sito di *Saepinum*-Altinlia.



Bibliografia di riferimento

M. GAGGIOTTI, *La villa dei Neratii nel territorio di Saepinum*, in *Annali della Facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università degli Studi di Perugia* 1. Studi Classici, 22, n.s. 8, 1984/1985, pp. 114-124.

G. DE BENEDITTIS (a cura di), *San Giuliano del Sannio. La villa dei Neratii. Campagne di scavo 2004 – 2010*, Campobasso 2011.

F. CILIBERTO, *Studi e Ricerche di Archeologia Romana in Molise*, in M. Cuozzo, C. Ebanista (a cura di), *Archeologia, Storia dell'Arte e Paesaggio all'Università del Molise*, Atti della Giornata di Studi, Campobasso, 5 dicembre 2017, Ripalimosani (Cb) 2020, pp. 83-92, in particolare pp. 88-89.

M. NOTARDONATO, *Il contributo dell'Università degli Studi del Molise allo studio delle tecniche murarie di età romana attraverso l'uso di metodologie informatiche. Due esempi di applicazione*, in *Archeologia e Calcolatori* 33.1, 2022, pp. 113-134, in particolare pp. 115-119.

F. CILIBERTO, M. NOTARDONATO, *La ripresa degli scavi della villa romana in loc. Crocella (cosiddetta Villa dei Neratii) presso San Giuliano del Sannio (CB): aspetti preliminari*, c.s.



REGIONE MOLISE
Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

Area archeologica in loc. Crocella
(cosiddetta Villa dei *Neratii*)
Scavo archeologico, consolidamento e restauro

Progetto esecutivo
(DM 154/2017 art. 18)

COMMITTENTE

Università degli Studi del Molise

TECNICO INCARICATO

Prof. arch. Giulio Pane

CONSULENTE SCIENTIFICO PER IL RESTAURO

Prof. arch. Andrea Pane

COORDINAMENTO ARCHEOLOGICO

Prof. Fulvia Ciliberto

COORDINAMENTO SICUREZZA IN PROGETTAZIONE

Arch. Anna Maria Esposito

PIANO DI SICUREZZA IN PROGETTAZIONE

Data: settembre 2022

PROF. ARCH. GIULIO PANE
STUDIO TECNICO DI ARCHITETTURA, RESTAURO, URBANISTICA
VIA SANTA LUCIA 29 - 80132 NAPOLI - tf 0817640741 -
giupane@fastwebnet.it - giulio.pane@archiworldpec.it
COLLABORATORI: Arch. Anna Maria Esposito,
Arch. Maria Parente, Arch. Maria Pia Testa

TAVOLA
30

Premessa

L'esecuzione dei lavori previsti nel progetto in epigrafe è stata suddivisa in due tranches della durata di quattro mesi ciascuna, con un'interruzione relativa ai mesi più rigidi dal punto di vista climatico. Pertanto, tale periodo non sarà computato ai fini del calcolo del tempo utile per l'ultimazione dei lavori che sarà complessivamente di mesi otto.

Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

**PIANO DI SICUREZZA E
COORDINAMENTO**

(Allegato XV e art. 100 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.)
(D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

OGGETTO: Area archeologica in località Crocella (cosiddetta Villa dei Neratii). Scavo archeologico, consolidamento e restauro.
COMMITTENTE: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL MOLISE.
CANTIERE: Località Crocella, San Giuliano del Sannio (Campobasso)

Pesche , 30/08/2022



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA

Anna Maria Esposito
(Architetto Esposito Anna Maria)

per presa visione

IL COMMITTENTE

(Direttore UNIMOL Ferrucci Fabio)

Architetto Esposito Anna Maria

Via Campegna 85
80124 Napoli (NA)
Tel.: 0815933311 - Fax: 0815933311
E-Mail: arch.annaesposito@tiscali.it

CerTus by Guido Cianciulli - Copyright ACCA software S.p.A.

LAVORO

(punto 2.1.2, lettera a, punto 1, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

CARATTERISTICHE GENERALI DELL'OPERA:

Natura dell'Opera:	Risanamento Conservativo
OGGETTO:	Area archeologica in località Crocella (cosiddetta Villa dei Neratii). Scavo archeologico, consolidamento e restauro.
Importo presunto dei Lavori:	293'332,88 euro
Numero imprese in cantiere:	1 (previsto)
Numero massimo di lavoratori:	6 (massimo presunto)
Entità presunta del lavoro:	437 uomini/giorno
Data inizio lavori:	24/04/2023
Data fine lavori (presunta):	19/12/2023
Durata in giorni (presunta):	240

Dati del CANTIERE:

Indirizzo:	Località Crocella
Città:	San Giuliano del Sannio (Campobasso)

COMMITTENTI

DATI COMMITTENTE:

Ragione sociale:	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL MOLISE
Indirizzo:	Via Francesco De Sanctis, 1
CAP:	86100
Città:	Campobasso (CB)
Telefono / Fax:	0874 4041

nella Persona di:

Nome e Cognome:	Fabio Ferrucci
Qualifica:	Direttore UNIMOL
Indirizzo:	Via E. Ruzzi, 198
Città:	Cupra Marittima (AP)
Codice Fiscale:	FRRFBA63R25F241U

RESPONSABILI

(punto 2.1.2, lettera b, punto 1, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Progettista:

Nome e Cognome:	Giulio Pane
Qualifica:	Architetto
Indirizzo:	Via Santa Lucia 29
CAP:	80132
Città:	Napoli (NA)
Telefono / Fax:	0817640741 0817640741
Indirizzo e-mail:	giupane@fastwebnet.it
Codice Fiscale:	PNAGLI40E09F839S
Partita IVA:	03486110632

Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione:

Nome e Cognome:	Anna Maria Esposito
Qualifica:	Architetto
Indirizzo:	Via Campegna 85
CAP:	80124
Città:	Napoli (NA)
Telefono / Fax:	0815933311 0815933311
Indirizzo e-mail:	arch.annaesposito@tiscali.it
Codice Fiscale:	SPSNMR60M56F839G
Partita IVA:	07195021212

IMPRESE

(punto 2.1.2, lettera b, punto 1, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

ORGANIGRAMMA DEL CANTIERE



DOCUMENTAZIONE

Telefoni ed indirizzi utili

Carabinieri pronto intervento:	tel. 112
Servizio pubblico di emergenza Polizia:	tel. 113
Comando Vvf chiamate per soccorso:	tel. 115
Pronto Soccorso	tel. 118

Probabilità di esposizione al contagio COVID 19

Il virus è caratterizzato da una elevata contagiosità. Il SARS-CoV-2 è un virus respiratorio che si diffonde principalmente attraverso il contatto con le goccioline del respiro espulse dalle persone infette ad esempio tramite:

- la saliva, tossendo, starnutendo o anche solo parlando;
- contatti diretti personali;
- le mani, ad esempio toccando con le mani contaminate bocca, naso o occhi.

Le persone contagiate sono la causa più frequente di diffusione del virus. L'OMS considera non frequente l'infezione da nuovo coronavirus prima che si sviluppino sintomi, seppure sono numerose le osservazioni di trasmissione del contagio avvenuti nei due giorni precedenti la comparsa di sintomi.

Il periodo di incubazione varia tra 2 e 12 giorni; 14 giorni rappresentano il limite massimo di precauzione.

Nei luoghi di lavoro, non sanitari, la probabilità di contagio, in presenza di persone contagiate, aumenta con i contatti tra i lavoratori che sono fortemente correlati a parametri di prossimità e aggregazione associati all'organizzazione dei luoghi e delle attività lavorative (ambienti, organizzazione, mansioni e modalità di lavoro, ecc.).

Danno

L'infezione da SARS-CoV-2 può causare sintomi lievi come rinite (raffreddore), faringite (mal di gola), tosse e febbre, oppure sintomi più severi quali polmonite, sindrome respiratoria acuta grave (ARDS), insufficienza renale, fino al decesso. Di comune riscontro è la presenza di anosmia (diminuzione/perdita dell'olfatto) e ageusia (diminuzione/perdita del gusto), che sembrano caratterizzare molti quadri clinici.

Classe di rischio

Nel "Documento tecnico sulla possibile rimodulazione delle misure di contenimento del contagio da SARS-CoV-2 nei luoghi di lavoro e strategie di prevenzione" l'INAIL individua per il settore delle costruzioni una classe di rischio BASSO e per gli operai edili una classe di rischio MEDIO-BASSO.

Misure di prevenzione, protezione ed organizzazione

In considerazione degli elementi di rischio individuati, nel presente documento si descrivono le misure di prevenzione, protezione ed organizzazione, messe in atto al fine di garantire un adeguato livello di protezione per il personale impegnato in cantiere sulla base di quanto contenuto nel:

- "Protocollo condiviso di regolamentazione per il contenimento della diffusione del COVID-19 nei cantieri" del 24 aprile 2020, allegato, in ultimo, al DPCM 2 marzo 2021;
- "Protocollo condiviso di aggiornamento delle misure per il contrasto e il contenimento della diffusione del virus SARS-CoV-2/COVID-19 negli ambienti di lavoro" del 6 aprile 2021, allegato all'Ord. Min. Salute del 21 maggio 2021;
- D.L. 21 settembre 2021, n. 127, "Misure urgenti per assicurare lo svolgimento in sicurezza del lavoro pubblico e privato mediante l'estensione dell'ambito applicativo della certificazione verde COVID-19 e il rafforzamento del sistema di screening";
- D.L. 8 ottobre 2021, n. 139, "Disposizioni urgenti per l'accesso alle attività culturali, sportive e ricreative, nonché per l'organizzazione di pubbliche amministrazioni e in materia di protezione dei dati personali;
- DPCM 12 ottobre 2021 "Modifiche al decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 17 giugno 2021, recante: «Disposizioni attuative dell'articolo 9, comma 10, del decreto-legge 22 aprile 2021, n. 52, recante "Misure urgenti per la graduale ripresa delle attività economiche e sociali nel rispetto delle esigenze di contenimento della diffusione dell'epidemia da COVID-19".

DESCRIZIONE DEL CONTESTO IN CUI È COLLOCATA L'AREA DEL CANTIERE

(punto 2.1.2, lettera a, punto 2, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

L'area archeologica in località Crocella è situata nel territorio comunale di San Giuliano del Sannio, è raggiungibile agevolmente attraverso la strada provinciale 53 e dista circa 900 m dal centro abitato. L'area è classificata come zona 1 dal punto di vista della pericolosità sismica e non è inclusa nella mappa del rischio idrogeologico della Regione Molise. Nel sito sono presenti anche alcune casette rurali edificate probabilmente ai primi del Novecento. Di esse, quella denominata in planimetria CC1, è oggetto di interventi nell'ambito delle opere di cui al presente PSC.

DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA

(punto 2.1.2, lettera a, punto 3, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

L'intervento comprende opere di scavo archeologico e lavori di restauro e consolidamento.

Queste ultime consistono in:

Rimozione della vegetazione 'superiore' ed 'inferiore';

- Protezione delle creste murarie;
- Integrazioni murarie della parete in opus reticulatum;
- Integrazione delle mancanze nelle murature;
- Sigillatura profonda dei giunti di malta con altra compatibile con la preesistente.

Riattazione della casetta, da adibire tra l'altro, a deposito temporaneo dei ritrovamenti, a deposito di attrezzi di scavo, a spogliatoio del personale, ecc.

L'intervento consisterà in:

- Nuova scala in legno a norma al P 1 con modifica del solaio
- Nuovo solaio in legno tra PT e P seminterrato
- Nuova porta al cantinato, provvista di griglia di aerazione
- Nuovo infisso a wasistas al cantinato
- Integrazione impianto elettrico e allacciamento
- Pitturazione

AREA DEL CANTIERE

Individuazione, analisi e valutazione dei rischi concreti

(punto 2.1.2, lettera c, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Scelte progettuali ed organizzative, procedure, misure preventive e protettive

(punto 2.1.2, lettera d, punto 1, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

L'area del cantiere è facilmente raggiungibile dalla Strada provinciale 53 ed è descritta nell'allegato grafico.

CARATTERISTICHE AREA DEL CANTIERE

(punto 2.2.1, lettera a, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

L'area di cantiere comprende, oltre alla zona delle emergenze archeologiche, un viottolo sul lato sx, con una porzione di terreno che, previo diserbo, può essere organizzata per il cantiere. Si prevede di allestire un'area di stoccaggio materiali, e montare il wc chimico. La casetta colonica adiacente potrà svolgere funzione di locale mensa, spogliatoio e sala riunioni.

FATTORI ESTERNI CHE COMPORTANO RISCHI PER IL CANTIERE

(punto 2.2.1, lettera b, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

L'elemento esterno di cui occorre tenere conto ai fini della sicurezza, è costituito dalla strada provinciale 53, a lunga percorrenza. Qui, prima dell'area del cantiere sottoposto rispetto alla strada, occorrerà installare apposita segnaletica per lavori in corso.

RISCHI CHE LE LAVORAZIONI DI CANTIERE COMPORTANO PER L'AREA CIRCOSTANTE

(punto 2.2.1, lettera c, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Con riferimento alle specifiche lavorazioni previste in progetto, non si ravvisano rischi particolari trasmessi dalle lavorazioni all'area circostante.

DESCRIZIONE CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

(punto 2.1.4, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Dal punto di vista dell'assetto idrogeologico l'area non è inclusa nella mappa di rischio idrogeologico della Regione Molise.

ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

Individuazione, analisi e valutazione dei rischi concreti

(punto 2.1.2, lettera c, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Scelte progettuali ed organizzative, procedure, misure preventive e protettive

(punto 2.1.2, lettera d, punto 2, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Dovranno essere realizzate recinzioni di cantiere sia nell'area di stoccaggio materiali e installazione della teleferica, sia nell'area delle lavorazioni di progetto (ampliamento scavo e interventi di restauro). La viabilità di cantiere, l'ubicazione degli apprestamenti (wc, spogliatoio, mensa) sono indicati nella planimetria di cantiere allegata.

Indicazioni per prevenzione rischio COVID

Sarà necessario rispettare tutte le prescrizioni di legge in materia di rischio Covid. Inoltre, la segnaletica da apporre in cantiere indicherà i comportamenti da assumere per prevenire il contagio.

Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) segnale:  Indicazioni generali;
- 2) segnale:  Evitare gli assembramenti;
Evitare gli assembramenti al fine di garantire sempre la distanza minima.
- 3) segnale:  Evitare affollamenti in fila;
Evitare affollamenti durante fila.
- 4) segnale:  Igienizzarsi le mani;
Igienizzarsi le mani prima di raggiungere la postazione
- 5) segnale:  Disinfettare le superfici;
Disinfettare le superfici e gli oggetti di uso comune
- 6) segnale:  Utilizzo dell'ascensore;
Utilizzo dell'ascensore consentito ad una sola persona per volta.
- 7) segnale:  Utilizzo dei Bagni;
- 8) segnale:  Utilizzo delle aree fumatori;
- 9) segnale:  Sospensione mensa;
L'utilizzo della sala mensa è sospeso a causa delle disposizioni anti COVID-19
- 10) segnale:  Sospensione ping-pong;
L'utilizzo del tavolo da ping-pong è sospeso a causa delle disposizioni anti COVID-19
- 11) segnale:  Rifiuti COVID-19;
- 12) segnale:  Sanificazione della maniglia;
Sanificare la maniglia prima dell'utilizzo

13) segnale:  Ingresso limitato;
Ingresso consentito ad un numero limitato di persone per volta a causa delle disposizioni anti COVID-19

14) segnale:  Gel igienizzante;

15) segnale:  Soluzione igienizzante;

16) segnale:  Sapone igienizzante;

17) segnale:  Come lavarsi le mani;
Indicazioni su come lavarsi le mani

18) segnale:  Ingresso;

19) segnale:  Uscita;

20) segnale:  Indossare occhiali protettivi;

SEGNALETICA GENERALE PREVISTA NEL CANTIERE

	Divieto di accesso alle persone non autorizzate.
	Vietato fumare.
	Non toccare.
	Carichi sospesi.
	Carrelli di movimentazione.
	Pericolo generico.
	Calzature di sicurezza obbligatorie.
	Casco di protezione obbligatoria.
	Guanti di protezione obbligatoria.
	Obbligo generico (con eventuale cartello supplementare)

	Protezione individuale obbligatoria contro le cadute.	
	Direzione da seguire (cartello da aggiungere a quelli che precedono).	
	Estintore.	
	Divieto di accesso alle persone non autorizzate.	
		Vietato l'accesso a persone con sintomi simil-influenzali



Indossare la mascherina



Distanziarsi di almeno un metro

LAVORAZIONI e loro INTERFERENZE

Individuazione, analisi e valutazione dei rischi concreti

(punto 2.1.2, lettera c, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Scelte progettuali ed organizzative, procedure, misure preventive e protettive

(punto 2.1.2, lettera d, punto 3, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

ALLESTIMENTO DEL CANTIERE

La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

Preparazione delle aree di cantiere

Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere

Apprestamenti del cantiere

Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi

Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere

Montaggio e smontaggio di opere provvisorie (puntellature).

Preparazione delle aree di cantiere (fase)

Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere (sottofase)

Realizzazione della recinzione di cantiere, al fine di impedire l'accesso involontario dei non addetti ai lavori, e degli accessi al cantiere, per mezzi e lavoratori.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
b) Scala semplice;
c) Sega circolare;
d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
e) Trapano elettrico;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

- 2) Operaio comune;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

Apprestamenti del cantiere (fase)

Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi (sottofase)

Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi.

Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro.

Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto all'allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere (sottofase)

Allestimento di servizi igienico-sanitari in strutture prefabbricate appositamente approntate.

Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro.

Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto all'allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto all'allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
b) Scala semplice;
c) Sega circolare;
d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
e) Trapano elettrico;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

- 2) Operaio comune;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto all'allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
b) Scala semplice;
c) Sega circolare;
d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
e) Trapano elettrico;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

Montaggio e smontaggio di opere provvisorie (puntellature). (sottofase)

Montaggio di opere provvisorie.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al montaggio di opere provvisorie;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al montaggio del ponteggio metallico fisso;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** attrezzatura anticaduta.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
b) Rumore;
c) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Argano a bandiera;
b) Attrezzi manuali;
c) Scala semplice;
d) Trapano elettrico;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Elettrocuzione; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Movimentazione manuale dei carichi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

LAVORI SPECIALISTICI (ARCHEOLOGIA E RESTAURO)

La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

Scavi archeologici

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano
- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano

Restauri e messa in sicurezza

- Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra
- Disinfezione da microorganismi di opere in pietra
- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra
- Restauro di strutture murarie in pietra

Scavi archeologici (fase)

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano (sottofase)

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano, in fosse fino alla profondità di 1 metro o entro quadrettatura predisposta su terreno fino alla profondità di 2 metri, con particolare cura per il recupero di eventuali reperti con pulizia e sistemazione degli stessi in idonee cassette.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto allo scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano;
Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:
 - a) DPI: addetto allo scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
- d) Seppellimento, sprofondamento;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Carriola;
- d) Scala semplice;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi.

- 2) Operaio comune;

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
- d) Seppellimento, sprofondamento;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Carriola;
- d) Scala semplice;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi.

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali (sottofase)

Scavo archeologico estensivo di superficie a cielo aperto eseguito con mezzi meccanici, in presenza di strutture antiche non affioranti o parzialmente affioranti, precedentemente individuate mediante ricognizioni, indagini con strumentazioni o mediante saggi.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto allo scavo archeologico estensivo eseguito con mezzi meccanici;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: Addetto allo scavo archeologico estensivo eseguito con mezzi meccanici;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi; **g)** indumenti ad alta visibilità.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
- d) Seppellimento, sprofondamento;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Carriola;
- d) Scala semplice;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi.

- 2) Operaio comune;

Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano (sottofase)

Rinterro manuale, con terreno di riporto o sabbia o ghiaietto, di scavo archeologico preliminarmente protetto con uno strato geotessile (in assenza di strutture) o di materiale traspirante.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al rinterro di scavo archeologico eseguito a mano;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al rinterro di scavo archeologico eseguito a mano;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
- d) Seppellimento, sprofondamento;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Carriola;
- d) Scala semplice;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi.

- 2) Operaio comune;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al rinterro di scavo archeologico eseguito a mano;

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
- d) Seppellimento, sprofondamento;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Carriola;
- d) Scala semplice;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi.

Restauri e messa in sicurezza (fase)

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra (sottofase)

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra mediante l'applicazione di biocida e successiva rimozione manuale di piante e apparati radicali.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra;

Devono essere forniti: **a)** occhiali protettivi; **b)** maschera con filtro specifico; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Biologico;
- b) Chimico;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali per il restauro;
- b) Pompa a mano per diserbante;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Nebbie; Getti, schizzi.

- 2) Operaio comune;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra;

Devono essere forniti: **a)** occhiali protettivi; **b)** maschera con filtro specifico; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Biologico;
- b) Chimico;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali per il restauro;
- b) Pompa a mano per diserbante;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Nebbie; Getti, schizzi.

Disinfezione da microrganismi di opere in pietra (sottofase)

Disinfezione da colonie di microrganismi, autotrofi o/e eterotrofi, di opere in pietra, realizzata mediante applicazione di biocida in uno o più cicli e successiva rimozione meccanica di patine, di pellicole e di incrostazioni di natura biologica eseguita a impacchi e con l'ausilio di utensili manuali, compreso il risciacquo finale delle superfici e la canalizzazione delle acque.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla disinfezione da microrganismi di opere in pietra;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla disinfezione da microrganismi di opere in pietra;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** occhiali protettivi; **b)** maschera con filtro specifico; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Biologico;
b) Chimico;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali per il restauro;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

- 2) Operaio comune;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla disinfezione da microrganismi di opere in pietra;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** occhiali protettivi; **b)** maschera con filtro specifico; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Biologico;
b) Chimico;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali per il restauro;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra (sottofase)

Consolidamento di muratura in pietra; protezione delle creste murarie.

Lavoratori impegnati:

- 1) Operaio specializzato in opere di consolidamento di strutture archeologiche;
2) Operaio comune.;

Restauro di strutture murarie in pietra (sottofase)

Restauro di strutture murarie in pietra, integrazione di cavità e lacune, chiusura di fori d'andito.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al restauro;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: restauro opere murarie in pietra;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Chimico;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali per il restauro;
- b) Ponte su cavalletti;
- c) Ponteggio mobile o trabattello;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Scivolamenti, cadute a livello; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

2) Operaio comune;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: restauro opere murarie in pietra;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** ottoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Chimico;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali per il restauro;
- b) Ponte su cavalletti;
- c) Ponteggio mobile o trabattello;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Scivolamenti, cadute a livello; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

OPERE EDILI

La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:**OPERE IN LEGNO**

- Operazioni di ricostruzione
 - sostituzione di solaio in legno
- Scala in legno e ferro
 - Montaggio in opera di scala in legno
 - Posa di ringhiere e parapetti
 - Verniciatura a pennello di opere in ferro
- Operazioni di protezione da attacchi di xilofagi
 - Trattamento di elementi lignei per impregnazione

OPERE EDILI INTERNE

- Pareti divisorie
 - Realizzazione di tramezzature interne
- Rivestimenti interni
 - Posa di rivestimenti interni in ceramica
- Pitturazioni interne
 - Tinteggiatura di superfici interne
- Serramenti
 - Montaggio di serramenti esterni
 - Montaggio di porte interne

OPERE IN LEGNO (fase)

Operazioni di ricostruzione (sottofase) Smontaggio di vecchio solaio ligneo ammalorato, compreso demolizione del sovrastante massetto e della pavimentazione; posa in opera di nuovo solaio in travi di legno lamellare e tavolato.

sostituzione di solaio in legno (sottofase)

Sostituzione di solaio ligneo con travi lamellari e tavolato, solidarizzati con soletta in cls armato con rete elettrosaldata.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di solaio ligneo in sostituzione di elementi ammalorati.;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto all'integrazione di parti mancanti o danneggiate di elementi lignei;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali per il restauro;
b) Ponte su cavalletti;
c) Ponteggio mobile o trabattello;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Scivolamenti, cadute a livello; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

Scala in legno e ferro (sottofase)

Montaggio in opera di scala in legno (sottofase)

Montaggio di nuova scala in legno con balaustra realizzata con profilati in ferro a disegno semplice.

Lavoratori impegnati:

- 1) Falegname;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI:Falegname;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera con filtro specifico; **e)** guanti; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
c) Punture, tagli, abrasioni;
d) Rumore;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
b) Ponteggio mobile o trabattello;
c) Scala semplice;
d) Sega circolare;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello.

- 2) Aiuto (op. qualificato);

Posa di ringhiere e parapetti (sottofase)

Posa di ringhiere e parapetti.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla posa di ringhiere e parapetti;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla posa di ringhiere e parapetti;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** attrezzatura anticaduta; **g)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) R.O.A. (operazioni di saldatura);

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Ponteggio metallico fisso;
- c) Saldatrice elettrica;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Scivolamenti, cadute a livello; Elettrocuzione; Inalazione fumi, gas, vapori; Incendi, esplosioni; Radiazioni non ionizzanti; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

Verniciatura a pennello di opere in ferro (sottofase)

Verniciatura a pennello di opere in ferro. Durante la fase lavorativa si prevede: stuccatura e abrasivatura, verniciatura a pennello.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla verniciatura a pennello di opere in ferro;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla verniciatura a pennello di opere in ferro;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** occhiali protettivi; **b)** maschera con filtro specifico; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Chimico;
- b) M.M.C. (elevata frequenza);

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala doppia;
- c) Ponte su cavalletti;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Cesoiamenti, stritolamenti; Movimentazione manuale dei carichi; Scivolamenti, cadute a livello; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

Operazioni di protezione da attacchi di xilofagi (sottofase)

Trattamento di elementi lignei per impregnazione (sottofase)

Protezione di elementi lignei da microorganismi autotrofi o eterotrofi per impregnazione di prodotto biocida, applicato a pennello, a siringa o a impacco, inclusa la protezione delle superfici circostanti.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla disinfestazione di elementi lignei per impregnazione;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla disinfestazione di elementi lignei per impregnazione;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** occhiali protettivi; **b)** maschera con filtro specifico; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Biologico;
b) Chimico;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali per il restauro;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

OPERE EDILI INTERNE (fase)

Pareti divisorie (sottofase)

Realizzazione di tramezzature interne (sottofase)

Realizzazione di divisori interni.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di tramezzature interne;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione di tramezzature interne;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
b) Chimico;
c) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
d) Rumore;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
b) Betoniera a bichiere;
c) Ponte su cavalletti;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Movimentazione manuale dei carichi; Scivolamenti, cadute a livello.

- 2) operaio comune;

Rivestimenti interni (sottofase)

Posa di rivestimenti interni in ceramica (sottofase)

Posa di rivestimenti interni realizzati con elementi ceramici in genere, e malta a base cementizia o adesivi.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla posa di rivestimenti interni in ceramica;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla posa di rivestimenti interni in ceramica;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
b) Chimico;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
b) Ponte su cavalletti;
c) Scala doppia;
d) Scala semplice;
e) Taglierina elettrica;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Scivolamenti, cadute a livello; Caduta dall'alto; Cesoamenti, stritolamenti; Movimentazione manuale dei carichi; Rumore; Vibrazioni.

Pitturazioni interne (sottofase)

Tinteggiatura di superfici interne (sottofase)

Tinteggiatura di superfici pareti e/o soffitti interni, previa preparazione di dette superfici eseguita a mano, con attrezzi meccanici o con l'ausilio di solventi chimici (svernicatori).

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla tinteggiatura di superfici interne;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla tinteggiatura di superfici interne;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
b) Chimico;
c) M.M.C. (elevata frequenza);

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
b) Ponte su cavalletti;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Scivolamenti, cadute a livello.

Serramenti (sottofase)

Montaggio di serramenti esterni (sottofase)

Montaggio di serramenti esterni.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al montaggio di serramenti esterni;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al montaggio di serramenti interni;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
b) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

Montaggio di porte interne (sottofase)

Montaggio di porte interne.

Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al montaggio di porte interne;

Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al montaggio di porte interne;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** indumenti protettivi.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
b) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

RISCHI individuati nelle Lavorazioni e relative MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE.

rischi derivanti dalle lavorazioni e dall'uso di macchine ed attrezzi

Elenco dei rischi:

- 1) Biologico;
- 2) Caduta dall'alto;
- 3) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 4) Chimico;
- 5) M.M.C. (elevata frequenza);
- 6) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
- 7) Punture, tagli, abrasioni;
- 8) R.O.A. (operazioni di saldatura);
- 9) Rumore;
- 10) Seppellimento, sprofondamento;
- 11) Vibrazioni.

RISCHIO: Biologico

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra; Disinfezione da microorganismi di opere in pietra; Trattamento di elementi lignei per impregnazione;

Misure tecniche e organizzative:

Misure tecniche, organizzative e procedurali. Al fine di evitare ogni esposizione ad agenti biologici devono essere adottate le seguenti misure, nel rispetto delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori: **a)** il numero di lavoratori presenti durante l'attività specifica che sono esposti o, che possono essere potenzialmente esposti, ad agenti biologici deve essere quello minimo in funzione della necessità della lavorazione; **b)** le attività che espongono o che possono potenzialmente esporre ad agenti biologici devono essere adeguatamente progettate; **c)** le misure di prevenzione e protezione dei lavoratori impiegati in attività che espongono o, che possono potenzialmente esporre ad agenti biologici, devono essere principalmente di tipo collettivo e, solo se non è possibile evitare altrimenti l'esposizione, devono adottarsi misure di prevenzione individuali; **d)** nelle attività che espongono o, che possono potenzialmente esporre, ad agenti biologici, devono essere adottate le necessarie misure igieniche al fine di prevenire e ridurre al minimo la propagazione accidentale di un agente biologico al di fuori del luogo di lavoro; **e)** le aree in cui si svolgono attività che espongono o, che possono potenzialmente esporre ad agenti biologici, devono essere indicate con adeguato segnale di avvertimento; **f)** le attività che espongono o che possono potenzialmente esporre ad agenti biologici devono essere adeguatamente progettate, anche nelle procedure per prelevare, manipolare e trattare campioni; **g)** l'attività lavorativa specifica deve essere progettata e organizzata in modo da garantire con metodi e mezzi appropriati la gestione della raccolta e l'immagazzinamento dei rifiuti; **h)** i contenitori per la raccolta e l'immagazzinamento dei rifiuti contenenti agenti biologici devono essere adeguati e chiaramente identificati; **i)** l'attività lavorativa specifica deve essere progettata e organizzata in modo da garantire con metodi di lavoro appropriati la gestione della manipolazione e del trasporto sul luogo di lavoro di agenti biologici.

Misure igieniche. Devono essere assicurate le seguenti misure igieniche: **a)** i lavoratori devono disporre di servizi sanitari adeguati, provvisti di docce con acqua calda e fredda, nonché, di lavaggi oculari e antisettici per la pelle; **b)** i lavoratori devono avere in dotazione idonei indumenti protettivi, o altri indumenti, che devono essere riposti in posti separati dagli abiti civili; **c)** i dispositivi di protezione individuali devono essere custoditi in luoghi ben determinati e devono essere controllati, disinfettati e ben puliti dopo ogni utilizzazione; **d)** nelle lavorazioni, che possono esporre ad agenti biologici, devono essere indicati con adeguati segnali di avvertimento e di sicurezza i divieto di fumo, di assunzione di bevande o cibi, di utilizzare pipette a bocca e applicare cosmetici.

Dispositivi di protezione individuale:

Devono essere forniti: **a)** guanti; **b)** occhiali; **c)** maschere; **d)** tute; **e)** calzature.

RISCHIO: "Caduta dall'alto"

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Montaggio e smontaggio di opere provvisorie (puntellature).;

Prescrizioni Organizzative:

Requisiti degli addetti. Il personale addetto al montaggio e smontaggio di ponteggi metallici fissi deve essere in possesso di formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, fornito di attrezzi appropriati ed in buono stato di manutenzione.

Prescrizioni Esecutive:

Attrezzatura anticaduta. Il personale addetto al montaggio e smontaggio di ponteggi metallici fissi, ogni qual volta non

siano attuabili misure di prevenzione e protezione collettiva, dovrà utilizzare idonei sistemi di protezione anticaduta individuali. In particolare sono da prendere in considerazione specifici sistemi di sicurezza che consentono una maggior mobilità del lavoratore quali: avvolgitori/svolgitori automatici di fune di trattenuta, sistema a guida fissa e ancoraggio scorrevole, altri sistemi analoghi.

- b) Nelle lavorazioni:** Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano; Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali; Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano;

Prescrizioni Esecutive:

Accesso al fondo dello scavo. L'accesso al fondo dello scavo deve avvenire tramite appositi percorsi (scale a mano, scale ricavate nel terreno, rampe di accesso, ecc.). Nel caso si utilizzino scale a mano, devono sporgere a sufficienza oltre il piano di accesso e devono essere fissate stabilmente per impedire slittamenti o sbandamenti.

Accesso al fondo del pozzo di fondazione. L'accesso nei pozzi di fondazione deve essere predisposto con rampe di scale, anche verticali, purché sfalsate tra loro ed intervallate da pianerottoli di riposo posti a distanza non superiore a 4 metri l'uno dall'altro.

Parapetti di trattenuta. Qualora si verifichino situazioni che possono comportare la caduta da un piano di lavoro ad un altro posto a quota inferiore, di norma con dislivello maggiore di 2 metri, i lati liberi dello scavo o del rilevato devono essere protetti con appositi parapetti di trattenuta.

Passerelle pedonali o piastre veicolari. Gli attraversamenti devono essere garantiti da passerelle pedonali o piastre veicolari provviste da ambo i lati di parapetti con tavole fermapiEDE.

Segnalazione e delimitazione del fronte scavo. La zona di avanzamento del fronte scavo deve essere chiaramente segnalata e delimitata e ne deve essere impedito l'accesso al personale non autorizzato.

- c) Nelle lavorazioni:** Montaggio in opera di scala in legno;

Prescrizioni Esecutive:

Parapetti di trattenuta. Qualora si verifichino situazioni che possono comportare la caduta da un piano di lavoro ad un altro posto a quota inferiore, di norma con dislivello maggiore di 2 metri, i lati liberi di travi, impalcature, piattaforme, ripiani, balconi, passerelle e luoghi di lavoro o di passaggio sopraelevato devono essere protetti con appositi parapetti di trattenuta.

Realizzazione dei pilastri. Prima della realizzazione dei pilastri lungo il bordo della costruzione si deve procedere alla realizzazione del ponteggio perimetrale munito di parapetto verso la parte esterna; in mancanza di ponti normali con montanti deve essere sistemato, in corrispondenza del piano raggiunto, un regolare ponte di sicurezza a sbalzo con larghezza utile di almeno 1,2 metri. Per la realizzazione dei pilastri è necessario servirsi degli appositi trabattelli.

Realizzazione dei solai. Durante la formazione dei solai si deve procedere ad eseguire le operazioni di carpenteria operando il più possibile dal solaio sottostante, con l'ausilio di scale, trabattelli, ponti mobili, ponti su cavalletti, ponti a telaio. Quando per il completamento delle operazioni si rende necessario accedere al piano di carpenteria prima che quest'ultimo sia completo di impalcato e quando si rende necessario operare al di sopra di strutture reticolari (travetti) per l'appoggio dei laterizi è necessario ricorrere all'impiego di sottopalchi o reti di sicurezza.

Vani liberi e rampe scale. I vani liberi all'interno della struttura devono essere coperti con materiale pedonabile o protetti su tutti i lati liberi con solido parapetto; anche le rampe delle scale in costruzione devono essere munite di parapetto.

- d) Nelle lavorazioni:** Posa di ringhiere e parapetti;

Prescrizioni Esecutive:

Attrezzatura anticaduta. Il personale addetto a lavori in quota, ogni qual volta non siano attuabili misure di prevenzione e protezione collettiva, dovrà utilizzare idonei sistemi di protezione anticaduta individuali. In particolare sono da prendere in considerazione specifici sistemi di sicurezza che consentono una maggior mobilità del lavoratore quali: avvolgitori/svolgitori automatici di fune di trattenuta, sistema a guida fissa e ancoraggio scorrevole, altri sistemi analoghi.

RISCHIO: "Caduta di materiale dall'alto o a livello"

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Montaggio in opera di scala in legno; Posa di ringhiere e parapetti; Realizzazione di tramezzature interne; Posa di rivestimenti interni in ceramica; Tinteggiatura di superfici interne; Montaggio di serramenti esterni; Montaggio di porte interne;

Prescrizioni Esecutive:

Imbracatura dei carichi. Gli addetti all'imbracatura devono seguire le seguenti indicazioni: **a)** verificare che il carico sia stato imbracato correttamente; **b)** accompagnare inizialmente il carico fuori dalla zona di interferenza con attrezzature, ostacoli o materiali eventualmente presenti; **c)** allontanarsi dalla traiettoria del carico durante la fase di sollevamento; **d)** non sostare in attesa sotto la traiettoria del carico; **e)** avvicinarsi al carico in arrivo per pilotarlo fuori dalla zona di interferenza con eventuali ostacoli presenti; **f)** accertarsi della stabilità del carico prima di sganciarlo; **g)** accompagnare il gancio fuori dalla zona impegnata da attrezzature o materiali durante la manovra di richiamo.

- b) Nelle lavorazioni:** Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano; Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali; Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano;

Prescrizioni Esecutive:

Parapetti arretrati. I parapetti del ciglio superiore degli scavi devono risultare convenientemente arretrati e/o provvisti di tavola fermapiEDE anche al fine di evitare la caduta di materiali a ridosso dei posti di lavoro a fondo scavo.

- c) Nelle lavorazioni:** Restauro di strutture murarie in pietra; sostituzione di solaio in legno ;

Prescrizioni Esecutive:

Custodia dell'utensile. Non lasciare mai l'utensile in luoghi non sicuri, da cui potrebbe facilmente cadere. In particolare, durante il lavoro su postazioni sopraelevate, come scale, ponteggi, ecc., gli utensili devono essere tenuti entro apposite guaine o assicurati in modo da impedirne la caduta, nel tempo in cui non sono adoperati.

RISCHIO: Chimico

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra; Disinfezione da microorganismi di opere in pietra; Restauro di strutture murarie in pietra; Verniciatura a pennello di opere in ferro; Trattamento di elementi lignei per impregnazione; Realizzazione di tramezzature interne; Posa di rivestimenti interni in ceramica; Tinteggiatura di superfici interne;

Misure tecniche e organizzative:

Misure generali. A seguito di valutazione dei rischi, al fine di eliminare o, comunque ridurre al minimo, i rischi derivanti da agenti chimici pericolosi, devono essere adottate adeguate misure generali di protezione e prevenzione: **a)** la progettazione e l'organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro deve essere effettuata nel rispetto delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori; **b)** le attrezzature di lavoro fornite devono essere idonee per l'attività specifica e mantenute adeguatamente; **c)** il numero di lavoratori presenti durante l'attività specifica deve essere quello minimo in funzione della necessità della lavorazione; **d)** la durata e l'intensità dell'esposizione ad agenti chimici pericolosi deve essere ridotta al minimo; **e)** devono essere fornite indicazioni in merito alle misure igieniche da rispettare per il mantenimento delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori; **f)** le quantità di agenti presenti sul posto di lavoro, devono essere ridotte al minimo, in funzione delle necessità di lavorazione; **g)** devono essere adottati metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi e dei rifiuti che contengono detti agenti.

RISCHIO: M.M.C. (elevata frequenza)

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Verniciatura a pennello di opere in ferro; Tinteggiatura di superfici interne;

Misure tecniche e organizzative:

Organizzazione del lavoro. Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: i compiti dovranno essere tali da evitare prolungate sequenze di movimenti ripetitivi degli arti superiori (spalle, braccia, polsi e mani).

RISCHIO: M.M.C. (sollevamento e trasporto)

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere; Montaggio e smontaggio di opere provvisori (puntellature).; Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano; Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali; Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano; Realizzazione di tramezzature interne; Montaggio di serramenti esterni; Montaggio di porte interne;

Misure tecniche e organizzative:

Organizzazione del lavoro. Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** l'ambiente di lavoro (temperatura, umidità e ventilazione) deve presentare condizioni microclimatiche adeguate; **b)** gli spazi dedicati alla movimentazione devono essere adeguati; **c)** il sollevamento dei carichi deve essere eseguito sempre con due mani e da una sola persona; **d)** il carico da sollevare non deve essere estremamente freddo, caldo o contaminato; **e)** le altre attività di movimentazione manuale devono essere minimali; **f)** deve esserci adeguata frizione tra piedi e pavimento; **g)** i gesti di sollevamento devono essere eseguiti in modo non brusco.

RISCHIO: "Punture, tagli, abrasioni"

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Montaggio in opera di scala in legno;

Prescrizioni Esecutive:

Ferri d'attesa. I ferri d'attesa delle strutture in c.a. devono essere protetti contro il contatto accidentale; la protezione può essere ottenuta attraverso la conformazione dei ferri o con l'apposizione di una copertura in materiale resistente.

Disarmo. Prima di permettere l'accesso alle zone in cui è stato effettuato il disarmo delle strutture si deve provvedere alla rimozione di tutti i chiodi e di tutte le punte.

RISCHIO: R.O.A. (operazioni di saldatura)

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

a) Nelle lavorazioni: Posa di ringhiere e parapetti;

Misure tecniche e organizzative:

Misure tecniche, organizzative e procedurali. Al fine di ridurre l'esposizione a radiazioni ottiche artificiali devono essere adottate le seguenti misure: **a)** durante le operazioni di saldatura devono essere adottati metodi di lavoro che comportano una minore esposizione alle radiazioni ottiche; **b)** devono essere applicate adeguate misure tecniche per ridurre l'emissione delle radiazioni ottiche, incluso, quando necessario, l'uso di dispositivi di sicurezza, schermatura o analoghi meccanismi di protezione della salute; **c)** devono essere predisposti opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature per le operazioni di saldatura, dei luoghi di lavoro e delle postazioni di lavoro; **d)** i luoghi e le postazioni di lavoro devono essere progettati al fine di ridurre l'esposizione alle radiazioni ottiche prodotte dalle operazioni di saldatura; **e)** la durata delle operazioni di saldatura deve essere ridotta al minimo possibile; **f)** i lavoratori devono avere la disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale dalle radiazioni ottiche prodotte durante le operazioni di saldatura; **g)** i lavoratori devono avere la disponibilità delle istruzioni del fabbricante delle attrezzature utilizzate nelle operazioni di saldatura; **h)** le aree in cui si effettuano operazioni di saldatura devono essere indicate con un'apposita segnaletica e l'accesso alle stesse deve essere limitato.

Dispositivi di protezione individuale:

Devono essere forniti: **a)** schermo facciale; **b)** maschera con filtro specifico.

RISCHIO: Rumore

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

a) Nelle lavorazioni: Montaggio e smontaggio di opere provvisorie (puntellature).;

Nelle macchine: Autocarro;

Fascia di appartenenza. Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".

Misure tecniche e organizzative:

Organizzazione del lavoro. Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile; **b)** adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore; **c)** riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo; **d)** adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e macchine di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro; **e)** progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori; **f)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti; **g)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento; **h)** locali di riposo messi a disposizione dei lavoratori con rumorosità ridotta a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

b) Nelle lavorazioni: Montaggio in opera di scala in legno;

Fascia di appartenenza. Il livello di esposizione è "Maggiore dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)".

Misure tecniche e organizzative:

Organizzazione del lavoro. Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile; **b)** adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore; **c)** riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo; **d)** adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e macchine di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro; **e)** progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori; **f)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti; **g)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento; **h)** locali di riposo messi a disposizione dei lavoratori con rumorosità ridotta a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

Segnalazione e delimitazione dell'ambiente di lavoro. I luoghi di lavoro devono avere i seguenti requisiti: **a)** indicazione, con appositi segnali, dei luoghi di lavoro dove i lavoratori sono esposti ad un rumore al di sopra dei valori superiori di azione; **b)** ove ciò è tecnicamente possibile e giustificato dal rischio, delimitazione e accesso limitato delle aree, dove i lavoratori sono esposti ad un rumore al di sopra dei valori superiori di azione.

Dispositivi di protezione individuale:

Devono essere forniti: **a)** otoprotettori.

- c) Nelle lavorazioni:** Realizzazione di tramezzature interne;

Fascia di appartenenza. Il livello di esposizione è "Maggiore dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)".

Misure tecniche e organizzative:

Organizzazione del lavoro. Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile; **b)** adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore; **c)** riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo; **d)** adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e macchine di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro; **e)** progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori; **f)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti; **g)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento; **h)** locali di riposo messi a disposizione dei lavoratori con rumorosità ridotta a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

Dispositivi di protezione individuale:

Devono essere forniti: **a)** otoprotettori.

RISCHIO: "Seppellimento, sprofondamento"

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano; Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali; Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano;

Prescrizioni Esecutive:

Armature del fronte. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno. **Divieto di depositi sui bordi.** E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 118; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 120.

RISCHIO: Vibrazioni

MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle macchine:** Autocarro;

Fascia di appartenenza. Mano-Braccio (HAV): "Non presente"; Corpo Intero (WBV): "Inferiore a 0,5 m/s²".

Misure tecniche e organizzative:

Misure generali. I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a vibrazioni, devono essere eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

ATTREZZATURE utilizzate nelle Lavorazioni

Elenco degli attrezzi:

- 1) Andatoie e Passerelle;
- 2) Argano a bandiera;
- 3) Attrezzi manuali;
- 4) Attrezzi manuali per il restauro;
- 5) Betoniera a bicchiere;
- 6) Carriola;
- 7) Pompa a mano per diserbante;
- 8) Ponte su cavalletti;
- 9) Ponteggio metallico fisso;
- 10) Ponteggio mobile o trabattello;
- 11) Saldatrice elettrica;
- 12) Scala doppia;
- 13) Scala semplice;
- 14) Sega circolare;
- 15) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- 16) Taglierina elettrica;
- 17) Trapano elettrico.

Andatoie e Passerelle

Le andatoie e le passerelle sono opere provvisorie predisposte per consentire il collegamento di posti di lavoro collocati a quote differenti o separati da vuoti, come nel caso di scavi in trincea o ponteggi.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore andatoie e passerelle;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** guanti; **b)** calzature di sicurezza; **c)** indumenti protettivi.

Argano a bandiera

L'argano è un apparecchio di sollevamento utilizzato prevalentemente nei cantieri urbani di recupero e piccola ristrutturazione per il sollevamento al piano di lavoro dei materiali e degli attrezzi.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 3) Elettrocuzione;
- 4) Scivolamenti, cadute a livello;
- 5) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore argano a bandiera;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** attrezzatura anticaduta; **e)** indumenti protettivi.

Attrezzi manuali

Gli attrezzi manuali, presenti in tutte le fasi lavorative, sono sostanzialmente costituiti da una parte destinata all'impugnatura ed un'altra, variamente conformata, alla specifica funzione svolta.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Punture, tagli, abrasioni;
- 2) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore attrezzi manuali;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza.

- 2) DPI: utilizzatore attrezzi manuali;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza.

Attrezzi manuali per il restauro

Gli attrezzi manuali per il restauro sono degli utensili, variamente conformati a seconda della specifica funzione, comunemente adoperati per le varie fasi d'intervento (pulitura, consolidamento, stuccatura ecc.) su manufatti di pregio.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Punture, tagli, abrasioni;
- 2) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore attrezzi manuali per il restauro;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza.

Betoniera a bicchiere

La betoniera a bicchiere è un'attrezzatura destinata al confezionamento di malta. Solitamente viene utilizzata per il confezionamento di malta per murature ed intonaci e per la produzione di piccole quantità di calcestruzzi.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 2) Cesoimenti, stritolamenti;
- 3) Elettrocuzione;
- 4) Getti, schizzi;
- 5) Inalazione polveri, fibre;
- 6) Movimentazione manuale dei carichi;
- 7) Rumore;
- 8) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore betoniera a bicchiere;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera antipolvere; **e)** guanti; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi.

Carriola

La carriola è un'attrezzatura di cantiere per la movimentazione manuale di materiali.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Punture, tagli, abrasioni;
- 2) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore carriola;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** indumenti protettivi.

Pompa a mano per diserbante

La pompa irroratrice manuale è utilizzata per l'applicazione a spruzzo di diserbante.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Getti, schizzi;
- 2) Nebbie;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore pompa a mano per diserbante;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** occhiali protettivi; **b)** maschera con filtro specifico; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

Ponte su cavalletti

Il ponte su cavalletti è un'opera provvisoria costituita da un impalcato di assi in legno sostenuto da cavalletti.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Scivolamenti, cadute a livello;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore ponte su cavalletti;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza.

Ponteggio metallico fisso

Il ponteggio metallico fisso è un'opera provvisoria realizzata per eseguire lavori di ingegneria civile, quali nuove costruzioni o ristrutturazioni e manutenzioni, ad altezze superiori ai 2 metri.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 3) Scivolamenti, cadute a livello;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore ponteggio metallico fisso;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** guanti; **b)** calzature di sicurezza; **c)** attrezzature anticaduta; **d)** indumenti protettivi.

Ponteggio mobile o trabattello

Il ponteggio mobile su ruote o trabattello è un'opera provvisoria utilizzata per eseguire lavori di ingegneria civile, quali nuove costruzioni o ristrutturazioni e manutenzioni, ad altezze superiori ai 2 metri ma che non comportino grande impegno temporale.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 3) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore ponteggio mobile o trabattello;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** guanti; **b)** calzature di sicurezza; **c)** indumenti protettivi.

- 2) DPI: utilizzatore ponteggio mobile o trabattello;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** guanti; **b)** calzature di sicurezza; **c)** indumenti protettivi.

Saldatrice elettrica

La saldatrice elettrica è un utensile ad arco o a resistenza per l'effettuazione di saldature elettriche.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Elettrocuzione;
- 2) Inalazione fumi, gas, vapori;
- 3) Incendi, esplosioni;
- 4) Radiazioni non ionizzanti;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore saldatrice elettrica;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** maschera con filtro specifico; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** grembiule per saldatore; **g)** indumenti protettivi.

Scala doppia

La scala doppia (a compasso) è adoperata per superare dislivelli o effettuare operazioni di carattere temporaneo a quote non altrimenti raggiungibili.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Cesoamenti, stritolamenti;
- 3) Movimentazione manuale dei carichi;
- 4) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Scala doppia: misure preventive e protettive;

Prescrizioni Organizzative:

Caratteristiche di sicurezza: **1)** le scale doppie devono essere costruite con materiale adatto alle condizioni di impiego, possono quindi essere in ferro, alluminio o legno, ma devono essere sufficientemente resistenti ed avere dimensioni appropriate all'uso; **2)** le scale in legno devono avere i pioli incastrati nei montanti che devono essere trattenuti con tiranti in ferro applicati sotto i due pioli estremi; le scale lunghe più di 4 m devono avere anche un tirante intermedio; **3)** le scale doppie non devono superare l'altezza di 5 m; **4)** le scale doppie devono essere provviste di catena o dispositivo analogo che impedisca l'apertura della scala oltre il limite prestabilito di sicurezza.

- 2) DPI: utilizzatore scala doppia;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza.

Scala semplice

La scala a mano semplice è adoperata per superare dislivelli o effettuare operazioni di carattere temporaneo a quote non altrimenti raggiungibili.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Movimentazione manuale dei carichi;
- 3) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Scala semplice: misure preventive e protettive;

Prescrizioni Organizzative:

Caratteristiche di sicurezza: **1)** le scale a mano devono essere costruite con materiale adatto alle condizioni di impiego, possono quindi essere in ferro, alluminio o legno, ma devono essere sufficientemente resistenti ed avere dimensioni appropriate all'uso; **2)** le scale in legno devono avere i pioli incastrati nei montanti che devono essere trattenuti con tiranti in ferro applicati sotto i due pioli estremi; le scale lunghe più di 4 m devono avere anche un tirante intermedio; **3)** in tutti i casi le scale devono essere provviste di dispositivi antidrucciolo alle estremità inferiori dei due montanti e di elementi di trattenuta o di appoggi antidrucciolo alle estremità superiori.

- 2) DPI: utilizzatore scala semplice;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza.

- 3) Scala semplice: misure preventive e protettive;

Prescrizioni Organizzative:

Caratteristiche di sicurezza: **1)** le scale a mano devono essere costruite con materiale adatto alle condizioni di impiego, possono quindi essere in ferro, alluminio o legno, ma devono essere sufficientemente resistenti ed avere dimensioni appropriate all'uso; **2)** le scale in legno devono avere i pioli incastrati nei montanti che devono essere trattenuti con tiranti in ferro applicati sotto i due pioli estremi; le scale lunghe più di 4 m devono avere anche un tirante intermedio; **3)** in tutti i casi le scale devono essere provviste di dispositivi antidrucciolo alle estremità inferiori dei due montanti e di elementi di

- trattenuta o di appoggi antisdrucchiolevoli alle estremità superiori.
- 4) DPI: utilizzatore scala semplice;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza.

Sega circolare

La sega circolare, quasi sempre presente nei cantieri, viene utilizzata per il taglio del legname da carpenteria e/o per quello usato nelle diverse lavorazioni.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Elettrocuzione;
- 2) Inalazione polveri, fibre;
- 3) Punture, tagli, abrasioni;
- 4) Rumore;
- 5) Scivolamenti, cadute a livello;
- 6) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore sega circolare;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza.

- 2) DPI: utilizzatore sega circolare;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza.

Smerigliatrice angolare (flessibile)

La smerigliatrice angolare, più conosciuta come mola a disco o flessibile o flex, è un utensile portatile che reca un disco ruotante la cui funzione è quella di tagliare, smussare, lisciare superfici.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Elettrocuzione;
- 2) Inalazione polveri, fibre;
- 3) Punture, tagli, abrasioni;
- 4) Rumore;
- 5) Vibrazioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore smerigliatrice angolare (flessibile);

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera antipolvere; **e)** guanti antivibrazioni; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi.

Taglierina elettrica

La taglierina elettrica è un elettro utensile per il taglio di taglio di laterizi o piastrelle di ceramica.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Punture, tagli, abrasioni;
- 2) Rumore;
- 3) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- 4) Vibrazioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore taglierina elettrica;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza.

Trapano elettrico

Il trapano è un utensile di uso comune adoperato per praticare fori sia in strutture murarie che in qualsiasi materiale.

Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Elettrocuzione;
- 2) Inalazione polveri, fibre;
- 3) Punture, tagli, abrasioni;
- 4) Rumore;
- 5) Vibrazioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) DPI: utilizzatore trapano elettrico;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** otoprotettori; **b)** maschera antipolvere; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza.

MACCHINE utilizzate nelle Lavorazioni

Elenco delle macchine:

- 1) Autocarro.

Autocarro

L'autocarro è un mezzo d'opera utilizzato per il trasporto di mezzi, materiali da costruzione, materiali di risulta ecc.

Rischi generati dall'uso della Macchina:

- 1) Cesoamenti, stritolamenti;
- 2) Getti, schizzi;
- 3) Inalazione polveri, fibre;
- 4) Incendi, esplosioni;
- 5) Investimento, ribaltamento;
- 6) Rumore;
- 7) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- 8) Vibrazioni;

Misure Preventive e Protettive relative alla Macchina:

- 1) DPI: operatore autocarro;

Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco (all'esterno della cabina); **b)** maschera antipolvere (in presenza di lavorazioni polverose); **c)** guanti (all'esterno della cabina); **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi; **f)** indumenti ad alta visibilità (all'esterno della cabina).

POTENZA SONORA ATTREZZATURE E MACCHINE

(art 190, D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

ATTREZZATURA	Lavorazioni	Potenza Sonora dB(A)	Scheda
Betoniera a bicchiere	Realizzazione di tramezzature interne.	95.0	916-(IEC-30)-RPO-01
Sega circolare	Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere; Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Montaggio in opera di scala in legno.	113.0	908-(IEC-19)-RPO-01
Smerigliatrice angolare (flessibile)	Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere; Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Posa di ringhiere e parapetti; Verniciatura a pennello di opere in ferro.	113.0	931-(IEC-45)-RPO-01
Taglierina elettrica	Posa di rivestimenti interni in ceramica.	89.9	
Trapano elettrico	Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere; Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Montaggio e smontaggio di opere provvisorie (puntellature).; Posa di ringhiere e parapetti.	107.0	943-(IEC-84)-RPO-01

MACCHINA	Lavorazioni	Potenza Sonora dB(A)	Scheda
Autocarro	Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere.	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01

COORDINAMENTO GENERALE DEL PSC

COORDINAMENTO DELLE LAVORAZIONI E FASI

1) Interferenza nel periodo dal 11° g al 466° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 8 giorni lavorativi. Fasi:
- Montaggio e smontaggio di opere provvisionali (puntellature).
- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 1° g al 466° g per 16 giorni lavorativi, e dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 11° g al 11° g per 1 giorno lavorativo, dal 458° g al 466° g per 7 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Montaggio e smontaggio di opere provvisionali (puntellature):

a) Caduta di materiale dall'alto o a livello

Prob: POCO PROBABILE

Ent. danno: GRAVISSIMO

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

2) Interferenza nel periodo dal 11° g al 463° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 11 giorni lavorativi. Fasi:

- Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi
- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 3° g al 463° g per 29 giorni lavorativi, e dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 11° g al 17° g per 5 giorni lavorativi, dal 456° g al 463° g per 6 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività. (DPI da adottare)

c) Utilizzo di casco (DPI da adottare)

d) Utilizzo di maschera antipolvere (DPI da adottare)

Rischi Trasmissibili:

Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi:

a) Rumore

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

b) Inalazione polveri, fibre

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

c) Rumore

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

d) Caduta di materiale dall'alto o a livello

Prob: POCO PROBABILE

Ent. danno: GRAVE

e) Inalazione polveri, fibre

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

f) Investimento, ribaltamento

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: GRAVE

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

3) Interferenza nel periodo dal 11° g al 40° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 22 giorni lavorativi. Fasi:
- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano
- sostituzione di solaio in legno

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 10° g al 40° g per 23 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 11° g al 40° g per 22 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

sostituzione di solaio in legno : <Nessuno>

4) Interferenza nel periodo dal 24° g al 395° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 11 giorni lavorativi. Fasi:

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano
- Trattamento di elementi lignei per impregnazione

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 24° g al 395° g per 16 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 24° g al 33° g per 8 giorni lavorativi, dal 393° g al 395° g per 3 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Trattamento di elementi lignei per impregnazione: <Nessuno>

5) Interferenza nel periodo dal 24° g al 33° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 8 giorni lavorativi. Fasi:

- **Trattamento di elementi lignei per impregnazione**
- **sostituzione di solaio in legno**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 24° g al 395° g per 16 giorni lavorativi, e dal 10° g al 40° g per 23 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 24° g al 33° g per 8 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Trattamento di elementi lignei per impregnazione: <Nessuno>

sostituzione di solaio in legno : <Nessuno>

6) Interferenza nel periodo dal 26° g al 33° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 6 giorni lavorativi. Fasi:

- **Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali**
- **Trattamento di elementi lignei per impregnazione**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 24° g al 395° g per 16 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 26° g al 33° g per 6 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
c) Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Trattamento di elementi lignei per impregnazione: <Nessuno>

7) Interferenza nel periodo dal 26° g al 438° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 61 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano**
- **Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 26° g al 74° g per 33 giorni lavorativi, dal 396° g al 438° g per 28 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
c) Utilizzo di casco
d) Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

8) Interferenza nel periodo dal 44° g al 393° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 16 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano**
- **Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 44° g al 65° g per 15 giorni lavorativi, dal 393° g al 393° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di maschera con filtro specifico

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

9) Interferenza nel periodo dal 44° g al 65° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 15 giorni lavorativi. Fasi:
- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 44° g al 65° g per 15 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di casco
- d) Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

10) Interferenza nel periodo dal 44° g al 60° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 12 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali**
- Disinfezione da microorganismi di opere in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 44° g al 389° g per 23 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 44° g al 60° g per 12 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

11) Interferenza nel periodo dal 44° g al 60° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 12 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano**
- Disinfezione da microorganismi di opere in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 44° g al 389° g per 23 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 44° g al 60° g per 12 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

12) Interferenza nel periodo dal 44° g al 389° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 23 giorni lavorativi.

Fasi:

- Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra**
- Disinfezione da microorganismi di opere in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi, e dal 44° g al 389° g per 23 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 44° g al 60° g per 12 giorni lavorativi, dal 375° g al 389° g per 11 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

Disinfezione da microorganismi di opere in pietra: <Nessuno>

13) Interferenza nel periodo dal 53° g al 423° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 33 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali**
- **Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 53° g al 74° g per 16 giorni lavorativi, dal 396° g al 423° g per 17 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività. (DPI da adottare)
- c) Utilizzo di casco (DPI da adottare)
- d) Nelle attività di scavo non devono essere eseguiti altri lavori che comportino la presenza di manodopera nella zona d'intervento dei mezzi d'opera. (DPI da adottare)
- e) Utilizzo di maschera antipolvere (DPI da adottare)

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

14) Interferenza nel periodo dal 53° g al 423° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 53 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano**
- **Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 53° g al 100° g per 33 giorni lavorativi, dal 393° g al 423° g per 20 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

15) Interferenza nel periodo dal 53° g al 389° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 17 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Disinfezione da microorganismi di opere in pietra**
- **Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 44° g al 389° g per 23 giorni lavorativi, e dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 53° g al 60° g per 6 giorni lavorativi, dal 375° g al 389° g per 11 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Disinfezione da microorganismi di opere in pietra: <Nessuno>

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

16) Interferenza nel periodo dal 53° g al 393° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 22 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra**
- **Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi, e dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 53° g al 65° g per 9 giorni lavorativi, dal 375° g al 393° g per 13 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività. (DPI da adottare)
- c) Utilizzo di maschera con filtro specifico (DPI da adottare)

Rischi Trasmissibili:

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

17) Interferenza nel periodo dal 57° g al 393° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 20 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra**
- **Restauro di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi, e dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 57° g al 65° g per 7 giorni lavorativi, dal 375° g al 393° g per 13 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

18) Interferenza nel periodo dal 57° g al 414° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 60 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra**
- **Restauro di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 57° g al 99° g per 30 giorni lavorativi, dal 372° g al 414° g per 30 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

19) Interferenza nel periodo dal 57° g al 414° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 45 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano**
- **Restauro di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 57° g al 99° g per 30 giorni lavorativi, dal 393° g al 414° g per 15 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

20) Interferenza nel periodo dal 57° g al 414° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 26 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Restauro di strutture murarie in pietra

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 57° g al 74° g per 14 giorni lavorativi, dal 396° g al 414° g per 12 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività. (DPI da adottare)
- c) Utilizzo di casco (DPI da adottare)
- d) Nelle attività di scavo non devono essere eseguiti altri lavori che comportino la presenza di manodopera nella zona d'intervento dei mezzi d'opera. (DPI da adottare)
- e) Utilizzo di maschera antipolvere (DPI da adottare)

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE
Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE
Ent. danno: LIEVE

21) Interferenza nel periodo dal 57° g al 389° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 15 giorni lavorativi.

Fasi:

- Disinfezione da microorganismi di opere in pietra
- Restauro di strutture murarie in pietra

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 44° g al 389° g per 23 giorni lavorativi, e dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 57° g al 60° g per 4 giorni lavorativi, dal 375° g al 389° g per 11 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Disinfezione da microorganismi di opere in pietra: <Nessuno>

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE
Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE
Ent. danno: LIEVE

22) Interferenza nel periodo dal 65° g al 438° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 12 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 65° g al 451° g per 26 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 65° g al 74° g per 8 giorni lavorativi, dal 435° g al 438° g per 4 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di casco
- d) Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano: <Nessuno>

23) Interferenza nel periodo dal 65° g al 451° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 26 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano
- Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 65° g al

451° g per 26 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 65° g al 81° g per 13 giorni lavorativi, dal 435° g al 451° g per 13 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

24) Interferenza nel periodo dal 65° g al 81° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 13 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano**
- **Restauro di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 65° g al 451° g per 26 giorni lavorativi, e dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 65° g al 81° g per 13 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Utilizzo di casco (DPI da adottare)

c) Utilizzo di maschera antipolvere (DPI da adottare)

Rischi Trasmissibili:

Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano: <Nessuno>

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

25) Interferenza nel periodo dal 65° g al 65° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 1 giorno lavorativo.

Fasi:

- **Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano**
- **Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 65° g al 451° g per 26 giorni lavorativi, e dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 65° g al 65° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano: <Nessuno>

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

26) Interferenza nel periodo dal 65° g al 81° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 13 giorni lavorativi.

Fasi:

- **Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano**
- **Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 65° g al 451° g per 26 giorni lavorativi, e dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 65° g al 81° g per 13 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano: <Nessuno>

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

27) Interferenza nel periodo dal 72° g al 79° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 6 giorni lavorativi. Fasi:

- **Restauro di strutture murarie in pietra**
- **Montaggio di serramenti esterni**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi, e dal 72° g al 79° g per 6 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 72° g al 79° g per 6 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE
Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE
Ent. danno: LIEVE

Montaggio di serramenti esterni: <Nessuno>

28) Interferenza nel periodo dal 72° g al 79° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 6 giorni lavorativi. Fasi:
- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano
- Montaggio di serramenti esterni

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 72° g al 79° g per 6 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 72° g al 79° g per 6 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Montaggio di serramenti esterni: <Nessuno>

29) Interferenza nel periodo dal 72° g al 74° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 3 giorni lavorativi. Fasi:
- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Montaggio di serramenti esterni

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 72° g al 79° g per 6 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 72° g al 74° g per 3 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Montaggio di serramenti esterni: <Nessuno>

30) Interferenza nel periodo dal 72° g al 79° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 6 giorni lavorativi. Fasi:
- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra
- Montaggio di serramenti esterni

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 72° g al 79° g per 6 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 72° g al 79° g per 6 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Montaggio di serramenti esterni: <Nessuno>

31) Interferenza nel periodo dal 102° g al 107° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 4 giorni lavorativi. Fasi:

- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra**
- Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 1° g al 472° g per 18 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 102° g al 107° g per 4 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di casco

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere:

- a) Rumore
- b) Inalazione polveri, fibre
- c) Rumore
- d) Rumore
- e) Inalazione polveri, fibre
- f) Rumore

Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE

32) Interferenza nel periodo dal 102° g al 376° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 11 giorni lavorativi.**Fasi:**

- **Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere**
- **Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 1° g al 466° g per 23 giorni lavorativi, e dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 102° g al 109° g per 6 giorni lavorativi, dal 372° g al 376° g per 5 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Delimitare e segnalare la zona d'intervento sottoposta a caduta di materiali dall'alto.
- d) Utilizzo di casco

Rischi Trasmissibili:**Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere:**

- a) Rumore
- b) Inalazione polveri, fibre
- c) Rumore
- d) Caduta di materiale dall'alto o a livello
- e) Rumore
- f) Inalazione polveri, fibre
- g) Rumore
- h) Caduta di materiale dall'alto o a livello
- i) Inalazione polveri, fibre
- j) Investimento, ribaltamento

Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: GRAVE

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

33) Interferenza nel periodo dal 103° g al 379° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 12 giorni lavorativi.**Fasi:**

- **Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi**
- **Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 3° g al 463° g per 29 giorni lavorativi, e dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 103° g al 110° g per 6 giorni lavorativi, dal 372° g al 379° g per 6 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Delimitare e segnalare la zona d'intervento sottoposta a caduta di materiali dall'alto.
- d) Utilizzo di casco

Rischi Trasmissibili:**Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi:**

- a) Rumore
- b) Inalazione polveri, fibre
- c) Rumore
- d) Caduta di materiale dall'alto o a livello
- e) Inalazione polveri, fibre
- f) Investimento, ribaltamento

Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: GRAVE

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

34) Interferenza nel periodo dal 372° g al 379° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 6 giorni lavorativi.**Fasi:**

- **Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi**
- **Restauro di strutture murarie in pietra**

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 3° g al 463° g per 29 giorni lavorativi, e dal 57° g al 414° g per 6 giorni lavorativi.

g per 60 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 372° g al 379° g per 6 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi:

a) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
e) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Investimento, ribaltamento	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: GRAVE

Restauro di strutture murarie in pietra:

a) Chimico	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Chimico	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE

35) Interferenza nel periodo dal 372° g al 376° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 5 giorni lavorativi.

Fasi:

- Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere
- Restauro di strutture murarie in pietra

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 1° g al 466° g per 23 giorni lavorativi, e dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 372° g al 376° g per 5 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

c) Utilizzo di casco

Rischi Trasmissibili:

Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere:

a) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
e) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
g) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
h) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
i) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
j) Investimento, ribaltamento	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: GRAVE

Restauro di strutture murarie in pietra:

a) Chimico	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Chimico	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE

36) Interferenza nel periodo dal 375° g al 379° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 3 giorni lavorativi.

Fasi:

- Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi
- Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 3° g al 463° g per 29 giorni lavorativi, e dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 375° g al 379° g per 3 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

b) Utilizzo di maschera con filtro specifico

Rischi Trasmissibili:

Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi:

a) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
e) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Investimento, ribaltamento	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: GRAVE

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

37) Interferenza nel periodo dal 375° g al 379° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 3 giorni lavorativi.

Fasi:

- Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi
- Disinfezione da microorganismi di opere in pietra

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 3° g al 463° g per 29 giorni lavorativi, e dal 44° g al 389° g per 23 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 375° g al 379° g per 3 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi:

a) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
e) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Investimento, ribaltamento	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: GRAVE

Disinfezione da microorganismi di opere in pietra: <Nessuno>

38) Interferenza nel periodo dal 375° g al 376° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 2 giorni lavorativi.

Fasi:

- Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere
- Disinfezione da microorganismi di opere in pietra

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 1° g al 466° g per 23 giorni lavorativi, e dal 44° g al 389° g per 23 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 375° g al 376° g per 2 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

c) Utilizzo di maschera con filtro specifico

Rischi Trasmissibili:

Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere:

a) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
e) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
g) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
h) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
i) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
j) Investimento, ribaltamento	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: GRAVE

Disinfezione da microorganismi di opere in pietra: <Nessuno>

39) Interferenza nel periodo dal 375° g al 376° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 2 giorni lavorativi.

Fasi:

- Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere
- Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 1° g al 466° g per 23 giorni lavorativi, e dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 375° g al 376° g per 2 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

c) Utilizzo di maschera con filtro specifico

Rischi Trasmissibili:

Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere:

a) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
e) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
g) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE

- h) Caduta di materiale dall'alto o a livello
- i) Inalazione polveri, fibre
- j) Investimento, ribaltamento

Prob: POCO PROBABILE Ent. danno: GRAVE
 Prob: IMPROBABILE Ent. danno: LIEVE
 Prob: IMPROBABILE Ent. danno: GRAVE

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

40) Interferenza nel periodo dal 386° g al 395° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 8 giorni lavorativi.

Fasi:

- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra
- Trattamento di elementi lignei per impregnazione

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 24° g al 395° g per 16 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 386° g al 395° g per 8 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Trattamento di elementi lignei per impregnazione: <Nessuno>

41) Interferenza nel periodo dal 386° g al 395° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 8 giorni lavorativi.

Fasi:

- Restauro di strutture murarie in pietra
- Trattamento di elementi lignei per impregnazione

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi, e dal 24° g al 395° g per 16 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 386° g al 395° g per 8 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Delimitare e segnalare la zona d'intervento sottoposta a caduta di materiali dall'alto.
- d) Utilizzo di casco

Rischi Trasmissibili:

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE Ent. danno: LIEVE
 Prob: IMPROBABILE Ent. danno: LIEVE

Trattamento di elementi lignei per impregnazione: <Nessuno>

42) Interferenza nel periodo dal 386° g al 393° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 6 giorni lavorativi.

Fasi:

- Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra
- Trattamento di elementi lignei per impregnazione

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi, e dal 24° g al 395° g per 16 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 386° g al 393° g per 6 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività. (DPI da adottare)
- c) Utilizzo di maschera con filtro specifico (DPI da adottare)

Rischi Trasmissibili:

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

Trattamento di elementi lignei per impregnazione: <Nessuno>

43) Interferenza nel periodo dal 386° g al 389° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 4 giorni lavorativi.

Fasi:

- Disinfezione da microorganismi di opere in pietra
- Trattamento di elementi lignei per impregnazione

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 44° g al 389° g per 23 giorni lavorativi, e dal 24° g al 395° g per 16 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 386° g al 389° g per 4 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di maschera con filtro specifico

Rischi Trasmissibili:

Disinfezione da microorganismi di opere in pietra: <Nessuno>

Trattamento di elementi lignei per impregnazione: <Nessuno>

44) Interferenza nel periodo dal 388° g al 389° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 2 giorni lavorativi.

Fasi:

- Disinfezione da microorganismi di opere in pietra
- Posa di rivestimenti interni in ceramica

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 44° g al 389° g per 23 giorni lavorativi, e dal 388° g al 393° g per 4 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 388° g al 389° g per 2 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di maschera con filtro specifico

Rischi Trasmissibili:

Disinfezione da microorganismi di opere in pietra: <Nessuno>

Posa di rivestimenti interni in ceramica: <Nessuno>

45) Interferenza nel periodo dal 388° g al 393° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 4 giorni lavorativi.

Fasi:

- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra
- Posa di rivestimenti interni in ceramica

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 388° g al 393° g per 4 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 388° g al 393° g per 4 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le operazioni di sollevamento e/o di trasporto di carichi devono avvenire evitando il passaggio dei carichi sospesi al di sopra di postazioni di lavoro.

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Posa di rivestimenti interni in ceramica: <Nessuno>

46) Interferenza nel periodo dal 388° g al 393° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 4 giorni lavorativi.

Fasi:

- Restauro di strutture murarie in pietra
- Posa di rivestimenti interni in ceramica

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi, e dal 388° g al 393° g per 4 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 388° g al 393° g per 4 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

Posa di rivestimenti interni in ceramica: <Nessuno>

47) Interferenza nel periodo dal 388° g al 393° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 4 giorni lavorativi.

Fasi:

- Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra
- Posa di rivestimenti interni in ceramica

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 44° g al 393° g per 28 giorni lavorativi, e dal 388° g al 393° g per 4 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 388° g al 393° g per 4 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra: <Nessuno>

Posa di rivestimenti interni in ceramica: <Nessuno>

48) Interferenza nel periodo dal 393° g al 402° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 7 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano

- Montaggio in opera di scala in legno

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 393° g al 402° g per 7 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 393° g al 402° g per 7 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

c) Utilizzo di casco

d) Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Montaggio in opera di scala in legno:

a) Rumore

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

b) Rumore per "Falegname"

Prob: PROBABILE

Ent. danno: GRAVE

49) Interferenza nel periodo dal 393° g al 393° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 1 giorno lavorativo.

Fasi:

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano

- Posa di rivestimenti interni in ceramica

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 388° g al 393° g per 4 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 393° g al 393° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Posa di rivestimenti interni in ceramica: <Nessuno>

50) Interferenza nel periodo dal 393° g al 402° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 7 giorni lavorativi.

Fasi:

- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra

- Montaggio in opera di scala in legno

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 393° g al 402° g per 7 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 393° g al 402° g per 7 giorni lavorativi.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Montaggio in opera di scala in legno:

a) Rumore

Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE

b) Rumore per "Falegname"

Prob: PROBABILE

Ent. danno: GRAVE

51) Interferenza nel periodo dal 396° g al 397° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 2 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano
- Posa di ringhiere e parapetti

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 396° g al 397° g per 2 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 396° g al 397° g per 2 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Posa di ringhiere e parapetti:

a) Inalazione fumi, gas, vapori	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Incendi, esplosioni	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Radiazioni non ionizzanti	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
e) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: PROBABILE	Ent. danno: GRAVE

52) Interferenza nel periodo dal 396° g al 397° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 2 giorni lavorativi.**Fasi:**

- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra
- Posa di ringhiere e parapetti

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 396° g al 397° g per 2 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 396° g al 397° g per 2 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- Utilizzo di casco
- Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Posa di ringhiere e parapetti:

a) Inalazione fumi, gas, vapori	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Incendi, esplosioni	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Radiazioni non ionizzanti	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
e) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: PROBABILE	Ent. danno: GRAVE

53) Interferenza nel periodo dal 396° g al 397° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 2 giorni lavorativi.**Fasi:**

- Restauro di strutture murarie in pietra
- Posa di ringhiere e parapetti

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi, e dal 396° g al 397° g per 2 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 396° g al 397° g per 2 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Restauro di strutture murarie in pietra:

a) Chimico	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Chimico	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE

Posa di ringhiere e parapetti:

a) Inalazione fumi, gas, vapori	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Incendi, esplosioni	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Radiazioni non ionizzanti	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
e) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: PROBABILE	Ent. danno: GRAVE

54) Interferenza nel periodo dal 396° g al 397° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 2 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Posa di ringhiere e parapetti

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 396° g al 397° g per 2 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 396° g al 397° g per 2 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di maschera con filtro specifico

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Posa di ringhiere e parapetti:

a) Inalazione fumi, gas, vapori	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Incendi, esplosioni	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Radiazioni non ionizzanti	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
e) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: PROBABILE	Ent. danno: GRAVE

55) Interferenza nel periodo dal 396° g al 402° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 4 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Montaggio in opera di scala in legno

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 393° g al 402° g per 7 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 396° g al 402° g per 4 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Delimitare e segnalare la zona di intervento a livello di rumorosità elevato.
- b) Utilizzo di otoprotettori (DPI da adottare)

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Montaggio in opera di scala in legno:

a) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Rumore per "Falegname"	Prob: PROBABILE	Ent. danno: GRAVE

56) Interferenza nel periodo dal 407° g al 407° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 1 giorno lavorativo.

Fasi:

- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra
- Verniciatura a pennello di opere in ferro

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 407° g al 407° g per 1 giorno lavorativo.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 407° g al 407° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Verniciatura a pennello di opere in ferro:

a) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE

57) Interferenza nel periodo dal 407° g al 407° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 1 giorno lavorativo.

Fasi:

- Restauro di strutture murarie in pietra
- Verniciatura a pennello di opere in ferro

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi, e dal 407° g al

407° g per 1 giorno lavorativo.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 407° g al 407° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE
Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE
Ent. danno: LIEVE

Verniciatura a pennello di opere in ferro:

- a) Inalazione polveri, fibre
- b) Rumore

Prob: IMPROBABILE
Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE
Ent. danno: LIEVE

58) Interferenza nel periodo dal 407° g al 407° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 1 giorno lavorativo.

Fasi:

- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Verniciatura a pennello di opere in ferro

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 407° g al 407° g per 1 giorno lavorativo.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 407° g al 407° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

c) Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Verniciatura a pennello di opere in ferro:

- a) Inalazione polveri, fibre
- b) Rumore

Prob: IMPROBABILE
Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE
Ent. danno: LIEVE

59) Interferenza nel periodo dal 414° g al 414° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 1 giorno lavorativo.

Fasi:

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano
- Montaggio di porte interne

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 414° g al 414° g per 1 giorno lavorativo.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 414° g al 414° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

a) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività. (DPI da adottare)

b) Utilizzo di maschera antipolvere (DPI da adottare)

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Montaggio di porte interne: <Nessuno>

60) Interferenza nel periodo dal 414° g al 414° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 1 giorno lavorativo.

Fasi:

- Restauro di strutture murarie in pietra
- Tinteggiatura di superfici interne

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 57° g al 414° g per 60 giorni lavorativi, e dal 414° g al 430° g per 11 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 414° g al 414° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Restauro di strutture murarie in pietra:

- a) Chimico
- b) Chimico

Prob: IMPROBABILE
Prob: IMPROBABILE

Ent. danno: LIEVE
Ent. danno: LIEVE

Tinteggiatura di superfici interne: <Nessuno>

61) Interferenza nel periodo dal 414° g al 414° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 1 giorno lavorativo.

Fasi:

- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Montaggio di porte interne

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 414° g al 414° g per 1 giorno lavorativo.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 414° g al 414° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di maschera antipolvere

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Montaggio di porte interne: <Nessuno>

62) Interferenza nel periodo dal 414° g al 430° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 11 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano
- Tinteggiatura di superfici interne

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 414° g al 430° g per 11 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 414° g al 430° g per 11 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Tinteggiatura di superfici interne: <Nessuno>

63) Interferenza nel periodo dal 414° g al 423° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 6 giorni lavorativi.

Fasi:

- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra
- Tinteggiatura di superfici interne

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 414° g al 430° g per 11 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 414° g al 423° g per 6 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Le operazioni di sollevamento e/o di trasporto di carichi devono avvenire evitando il passaggio dei carichi sospesi al di sopra di postazioni di lavoro.
- c) L'area sottostante la traiettoria di passaggio dei carichi deve essere opportunamente delimitata.

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Tinteggiatura di superfici interne: <Nessuno>

64) Interferenza nel periodo dal 414° g al 430° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 11 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali
- Tinteggiatura di superfici interne

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 26° g al 438° g per 61 giorni lavorativi, e dal 414° g al 430° g per 11 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 414° g al 430° g per 11 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali: <Nessuno>

Tinteggiatura di superfici interne: <Nessuno>

65) Interferenza nel periodo dal 414° g al 414° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 1 giorno lavorativo.

Fasi:

- Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra
- Montaggio di porte interne

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 53° g al 423° g per 78 giorni lavorativi, e dal 414° g al 414° g per 1 giorno lavorativo.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 414° g al 414° g per 1 giorno lavorativo.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.
- c) Utilizzo di casco

Rischi Trasmissibili:

Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra: <Nessuno>

Montaggio di porte interne: <Nessuno>

66) Interferenza nel periodo dal 460° g al 466° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 5 giorni lavorativi.

Fasi:

- Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere
- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 1° g al 466° g per 23 giorni lavorativi, e dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 460° g al 466° g per 5 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.
- b) Il personale non strettamente necessario alle lavorazioni dovrà allontanarsi dalla zona interessata e gli addetti dovranno adottare, se del caso, i dispositivi di protezione individuale idonei alle attività.

Rischi Trasmissibili:

Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere:

a) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
e) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
g) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
h) Caduta di materiale dall'alto o a livello	Prob: POCO PROBABILE	Ent. danno: GRAVE
i) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
j) Investimento, ribaltamento	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: GRAVE

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

67) Interferenza nel periodo dal 466° g al 470° g dall'inizio dei lavori, per un totale di 3 giorni lavorativi.

Fasi:

- Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano
- Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere

Le lavorazioni su elencate sono eseguite rispettivamente dal 11° g al 470° g per 113 giorni lavorativi, e dal 1° g al 472° g per 18 giorni lavorativi.

Dette lavorazioni interferiscono fra loro per i seguenti periodi: dal 466° g al 470° g per 3 giorni lavorativi.

Coordinamento:

- a) Le attività interferenti saranno opportunamente distanziate spazialmente.

Rischi Trasmissibili:

Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano: <Nessuno>

Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere:

a) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
b) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
c) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
d) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
e) Inalazione polveri, fibre	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE
f) Rumore	Prob: IMPROBABILE	Ent. danno: LIEVE

COORDINAMENTO PER USO COMUNE DI APPRESTAMENTI, ATTREZZATURE, INFRASTRUTTURE, MEZZI E SERVIZI DI PROTEZIONE COLLETTIVA

(punto 2.1.2, lettera f, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Trattandosi di un'unica impresa, occorrerà rispettare l'organizzazione e la previsione di utilizzo delle parti comuni, anche per la prevenzione dei rischi di trasmissione del COVID.

MODALITA' ORGANIZZATIVE DELLA COOPERAZIONE, DEL COORDINAMENTO E DELLA RECIPROCA INFORMAZIONE TRA LE IMPRESE/LAVORATORI AUTONOMI

(punto 2.1.2, lettera g, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Descrizione:

E' previsto l'impiego di una sola Impresa.

DISPOSIZIONI PER LA CONSULTAZIONE DEGLI RLS

- ☒ Riunione di coordinamento tra RLS
- ☒ Riunione di coordinamento tra RLS e CSE

ORGANIZZAZIONE SERVIZIO DI PRONTO SOCCORSO, ANTINCENDIO ED EVACUAZIONE DEI LAVORATORI

(punto 2.1.2, lettera h, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

L'organizzazione delle emergenze sarà a cura dell'impresa esecutrice.

Numeri di telefono delle emergenze:

Comando Vvf	chiamate per soccorso:	tel. 115
Pronto Soccorso		tel. 118

CONCLUSIONI GENERALI

Al presente Piano di Sicurezza e Coordinamento sono allegati i seguenti elaborati, da considerarsi parte integrante del Piano stesso:

- Allegato "A" - Diagramma di Gantt (Cronoprogramma dei lavori);
- Allegato "B" - Analisi e valutazione dei rischi;
- Allegato "C" - Stima dei costi della sicurezza;
- Fascicolo con le caratteristiche dell'opera (per la prevenzione e protezione dei rischi).

INDICE

Lavoro	pag.	2
Committenti	pag.	3
Responsabili	pag.	4
Imprese	pag.	5
Documentazione	pag.	7
Descrizione del contesto in cui è collocata l'area del cantiere	pag.	8
Descrizione sintetica dell'opera	pag.	9
Area del cantiere	pag.	10
Caratteristiche area del cantiere	pag.	11
Fattori esterni che comportano rischi per il cantiere	pag.	12
Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano per l'area circostante	pag.	13
Descrizione caratteristiche idrogeologiche	pag.	14
Organizzazione del cantiere	pag.	15
Segnaletica generale prevista nel cantiere	pag.	17
Lavorazioni e loro interferenze	pag.	20
• Allestimento del cantiere	pag.	20
• Preparazione delle aree di cantiere (fase)	pag.	20
• Montaggio e smontaggio della recinzione e degli accessi al cantiere (sottofase)	pag.	20
• Apprestamenti del cantiere (fase)	pag.	21
• Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi (sottofase)	pag.	21
• Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali del cantiere (sottofase)	pag.	21
• Montaggio e smontaggio di opere provvisorie (puntellature). (sottofase)	pag.	22
• Lavori specialistici (archeologia e restauro)	pag.	22
• Scavi archeologici (fase)	pag.	23
• Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano (sottofase)	pag.	23
• Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali (sottofase)	pag.	24
• Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo archeologico eseguito a mano (sottofase)	pag.	24
• Restauri e messa in sicurezza (fase)	pag.	25
• Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in pietra (sottofase)	pag.	25
• Disinfezione da microorganismi di opere in pietra (sottofase)	pag.	26
• Consolidamento strutturale e protezione di strutture murarie in pietra (sottofase)	pag.	26
• Restauro di strutture murarie in pietra (sottofase)	pag.	26
• Opere edili	pag.	27
• Opere in legno (fase)	pag.	27
• Operazioni di ricostruzione (sottofase) smontaggio di vecchio solaio ligneo ammalorato, compreso demolizione del sovrastante massetto e della pavimentazione; posa in opera di nuovo solaio in travi di legno lamellare e tavolato.	pag.	27
• Sostituzione di solaio in legno (sottofase)	pag.	28
• Scala in legno e ferro (sottofase)	pag.	28
• Montaggio in opera di scala in legno (sottofase)	pag.	28
• Posa di ringhiere e parapetti (sottofase)	pag.	29
• Verniciatura a pennello di opere in ferro (sottofase)	pag.	29
• Operazioni di protezione da attacchi di xilofagi (sottofase)	pag.	29
• Trattamento di elementi lignei per impregnazione (sottofase)	pag.	29
• Opere edili interne (fase)	pag.	30
• Pareti divisorie (sottofase)	pag.	30

• Realizzazione di tramezzature interne (sottofase)	pag.	30
• Rivestimenti interni (sottofase)	pag.	30
• Posa di rivestimenti interni in ceramica (sottofase)	pag.	31
• Pitturazioni interne (sottofase)	pag.	31
• Tinteggiatura di superfici interne (sottofase)	pag.	31
• Serramenti (sottofase)	pag.	31
• Montaggio di serramenti esterni (sottofase)	pag.	31
• Montaggio di porte interne (sottofase)	pag.	32
Rischi individuati nelle lavorazioni e relative misure preventive e protettive.	pag.	33
Attrezzature utilizzate nelle lavorazioni	pag.	38
Macchine utilizzate nelle lavorazioni	pag.	44
Potenza sonora attrezzature e macchine	pag.	45
Coordinamento generale del psc	pag.	46
Coordinamento delle lavorazioni e fasi	pag.	47
Coordinamento per uso comune di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva	pag.	66
Modalita' organizzative della cooperazione, del coordinamento e della reciproca informazione tra le imprese/lavoratori autonomi	pag.	67
Disposizioni per la consultazione degli rls	pag.	68
Organizzazione servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori	pag.	69
Conclusioni generali	pag.	70

Pesche , 30/08/2022



Firma

Anna Maria Esposito

ALLEGATO "A"

Comune di San Giuliano del Sannio
Provincia di Campobasso

DIAGRAMMA DI GANTT

cronoprogramma dei lavori

(Allegato XV e art. 100 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.)
(D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

OGGETTO: Area archeologica in località Crocella (cosiddetta Villa dei Neratii). Scavo archeologico, consolidamento e restauro.

COMMITTENTE: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL MOLISE.

CANTIERE: Località Crocella, San Giuliano del Sannio (Campobasso)

Comune di San Giuliano del Sannio, 02/09/2022



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA

Anna Maria Esposito

(Architetto Esposito Anna Maria)

per presa visione

IL COMMITTENTE

(Direttore UNIMOL Ferrucci Fabio)

Architetto Esposito Anna Maria

Via Campegna 85
80124 Napoli (NA)
Tel.: 0815933311 - Fax: 0815933311
E-Mail: arch.annaesposito@tiscali.it

CerTus by Guido Cianciulli - Copyright ACCA software S.p.A.

Nome attività	Durata	Anno 1										Anno 2										Anno 3										Anno 4								
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	
ALLESTIMENTO DEL CANTIERE	326 g																																							
Preparazione delle aree di cantiere	326 g																																							
Montaggio e smontaggio della recinzione e degli access	18 g	Z1			Z1								Z1				Z1																							
Apprestamenti del cantiere	322 g																																							
Preparazione con diserbo di zone per lo stoccaggio dei	29 g	Z1			Z1								Z1				Z1																							
Allestimento e smobilizzo di servizi igienico-assistenziali	23 g	Z1			Z1								Z1				Z1																							
Montaggio e smontaggio di opere provvisionali (puntella	16 g	Z1															Z1																							
LAVORI SPECIALISTICI (ARCHEOLOGIA E RESTAURO)	316 g																																							
Scavi archeologici	316 g																																							
Scavo archeologico stratigrafico eseguito a mano	113 g	Z1											Z1																											
Scavo archeologico eseguito con mezzi manuali	61 g	Z1											Z1																											
Movimentazione materiali di risulta e rinterro di scavo ar	26 g		Z1															Z1																						
Restauri e messa in sicurezza	262 g																																							
Disinfestazione dalla vegetazione superiore di opere in p	28 g		Z1															Z1																						
Disinfezione da microorganismi di opere in pietra	23 g		Z1															Z1																						
Consolidamento strutturale e protezione di strutture mui	78 g		Z1															Z1																						
Restauro di strutture murarie in pietra	60 g		Z1															Z1																						
OPERE EDILI	290 g																																							
OPERE IN LEGNO	275 g																																							
Operazioni di ricostruzione	23 g																																							
sostituzione di solaio in legno	23 g	Z1																																						
Scala in legno e ferro	10 g																																							
Montaggio in opera di scala in legno	7 g																																							
Posa di ringhiere e parapetti	2 g																																							
Verniciatura a pennello di opere in ferro	1 g																																							
Operazioni di protezione da attacchi di xilofagi	258 g																																							
Trattamento di elementi lignei per impregnazione	16 g	Z1											Z1																											
OPERE EDILI INTERNE	248 g																																							
Pareti divisorie	5 g																																							
Realizzazione di tramezzature interne	5 g																																							
Rivestimenti interni	4 g																																							
Posa di rivestimenti interni in ceramica	4 g																																							
Pitturazioni interne	11 g																																							
Tinteggiatura di superfici interne	11 g																																							

