

Cappe di aspirazione  
Cappe a Flusso Laminare  
Armadi aspirati

Corso di formazione per  
operatori e utenti

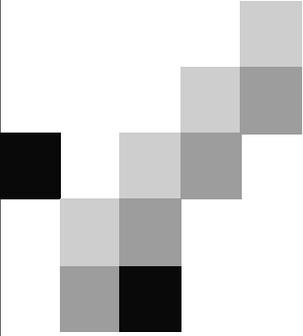
12/12/2013 Relatori: Ing. Marco De Sanctis Stefano Virgone 1



## Cos'è una Cappa??

- EN 14175-1: protective device to be ventilated by an induced flow of air through an adjustable working opening with an enclosure designed to limit the spread of airborne contaminants to operators and other personnel outside the device, offering a degree of mechanical protection, and providing for the controlled release of airborne contaminants  
NOTE A fume cupboard is a ventilated enclosure complying with the requirements specified in EN 14175-2.
- UNI EN 12469: Cabina ventilata destinata ad assicurare la protezione dell'operatore e dell'ambiente verso i rischi associati agli aerosol dovuti alla manipolazione di microrganismi pericolosi o potenzialmente pericolosi. L'aria espulsa dalla cabina deve essere filtrata.

11/12/2013 Relatore - Ing. Marco De Sanctis 2



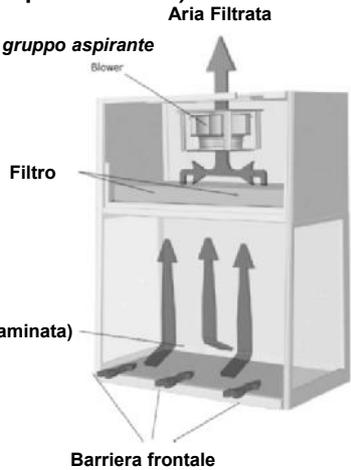
# CAPPE CHIMICHE

Principi di funzionamento,  
normative, controlli.

11/12/2013 Relatore - Ing. Marco De Sanctis 3

## Cappa Chimica (Cappa di aspirazione)

Principio di funzionamento  
della cappa di aspirazione



The diagram illustrates the internal components and airflow of a chemical hood. At the bottom, a 'Barriera frontale' (front barrier) is shown. Above it is the 'Area di lavoro (aria contaminata)' (work area with contaminated air). Three upward-pointing arrows indicate the path of air from the work area to a 'Filtro' (filter). Above the filter is the 'gruppo aspirante' (suction group), which includes a 'Blower'. An arrow labeled 'Aria Filtrata' (filtered air) points upwards from the blower, indicating the exit of clean air.

Aria Filtrata

gruppo aspirante

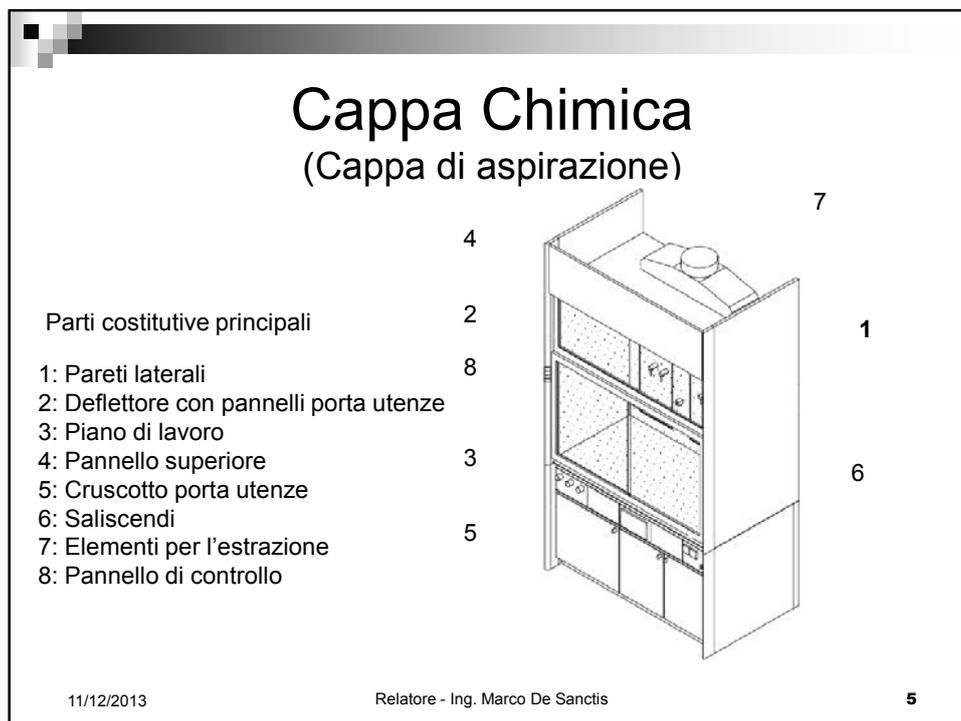
Blower

Filtro

Area di lavoro (aria contaminata)

Barriera frontale

11/12/2013 Relatore - Ing. Marco De Sanctis 4



# Cappa Chimica

## (Cappa di aspirazione)

Alcune tipologie di cappa chimica



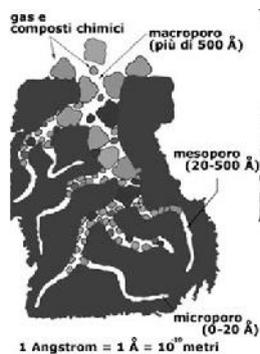
11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

7

# Filtri

L'ADSORBIMENTO



- Principio che sfrutta la proprietà dei carboni attivi vegetali di intrappolare composti chimici e gas all'interno di pori
- Superficie di adsorbimento fino a 2000mq/g
- Capacità di adsorbimento 10-30%
- Numerosi parametri influenzano l'adsorbimento (T, P, tempo, Natura dell'inquinante, umidità, ecc.)
- Idrocarburi alifatici e aromatici, solventi, eteri, esteri, aldeidi, chetoni, acidi, alcoli, alogeni, vapori organici

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

8

# Filtri

## FILTRI CARBONE

Idrocarburi alifatici e aromatici	Esteri
Solventi	Alogeni
Vapori organici	Composti solforati
Aldeidi	Composti azotati
Chetoni	Odori.
Alcoli	
Acidi organici	

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

9

# Filtri

## FILTRI IMPREGNATI

Filtri a carbone attivo trattati che aiutano il fissaggio di determinate sostanze:

- Formaldeide (degradazione a sale)
- Ammoniaca
- Mercaptano
- Vapori di Iodio e Mercurio
- Vapori Alcalini
- Acidi Inorganici ad alta concentrazione
- Putrescina, cadaverina (anatomopatologia)

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

10

# Filtri

Tipologie di filtri

Carbone Attivo in granuli




11/12/2013 Relatore - Ing. Marco De Sanctis 11

# Filtri

- **Verificare l'avvenuta sanificazione**
- **Sostituzione ogni 6-12 mesi secondo il tipo e la quantità di attività svolta sulla cappa**
- **Utilizzare dispositivi di protezione personale atti a ridurre il rischio chimico (irritazione per via inalatoria e da contatto, ecc.)**
- **Pulizia del vano di alloggiamento filtri**
- **Sostituzione dei prefiltri ove presenti**

11/12/2013 Relatore - Ing. Marco De Sanctis 12

## Perché usare le cappe chimiche

- a) prevenire che gas, vapori, polveri fuoriescano dalla camera d'aspirazione durante le normali operazioni di laboratorio;
- b) prevenire la formazione di atmosfere esplosive;
- c) proteggere il personale addetto mediante uno schermo frontale, che assicuri una protezione fisica da qualsiasi evento accidentale.

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

13

## Manutenzione e Controlli

Indicati dalla Norma UNI EN 14175

- Identificazione e anagrafica della cappa
- Controllo generale (posizionamento, struttura esterna ecc.)
- Controllo dinamometrico del saliscendi
- Velocità frontale
- Misure fonometriche
- Portata d'estrazione
- Illuminazione del piano di lavoro
- Visualizzazione del flusso (smoke test)
- Test allarmi

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

14

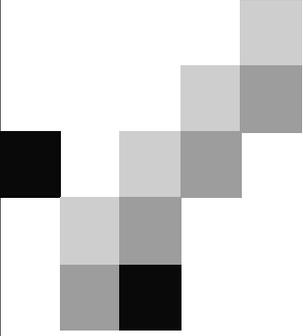
## Manutenzione e Controlli

- La norma di riferimento UNI EN 14175 stabilisce le caratteristiche dei materiali e delle modalità costruttive delle cappe di aspirazione.
- La parte 14175-4 (On-SiteTest) tratta dei controlli periodici (di routine) da effettuare su tali cappe
- Elaborazione di un Test Report che includa tali controlli

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

15



## Cappe a flusso laminare

Principi di funzionamento,  
normative, controlli.

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

16

## La contaminazione particellare

Possiamo distinguere due tipi di contaminazione dovuta alla presenza di particelle solide e liquide, che a loro volta si dividono in:

- inerti
- biologicamente attivi
- chimicamente attivi
- radioattivi

tutte comprese tra una grandezza di 0.0001 e  
1000  $\mu\text{m}$

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

17

## La contaminazione particellare

La contaminazione particellare dell'aria, è tra le principali cause di bassa resa della produzione di componenti integrati nell'industria elettronica, perdita di qualità nell'industria alimentare, infezioni o intossicazioni in ospedali e laboratori. Essa viene generata da fenomeni naturali, da processi lavorativi, dall'uomo stesso (sudorazione, desquamazione, respirazione, movimento, cosmetici, microrganismi), basti pensare che stando ferma una persona genera il movimento di circa 100.000 particelle, fino a 30.000.000 con una semplice corsetta.

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

18

## Il flusso laminare

The diagram shows three faucets illustrating different flow regimes. The first faucet on the left shows a chaotic, irregular stream labeled 'TURBULENT FLOW'. The middle faucet shows a smooth, straight stream labeled 'LAMINAR FLOW'. The third faucet on the right shows a chaotic stream labeled 'TURBULENT FLOW'. Below the faucets is a graph with the vertical axis labeled  $Re$  and the horizontal axis labeled  $v$ . A diagonal line represents the transition between flow regimes. The region below the line is labeled 'LAMINAR FLOW', and the region above is labeled 'TURBULENT FLOW'.

11/12/2013 Relatore - Ing. Marco De Sanctis 19

## Il flusso laminare

The schematic diagram shows the components of a laminar flow cleanroom. From left to right: a 'motore' (motor) with arrows indicating air intake; a 'Prefiltro' (pre-filter) with arrows showing air passing through; a 'Plenum' chamber with arrows showing air distribution; a 'Filtro Hepa' (HEPA filter) with arrows showing air passing through the filter media; and finally the 'Spazio di lavoro' (work space) where the air is directed downwards.

11/12/2013 Relatore - Ing. Marco De Sanctis 20

## Il flusso laminare

### Prefiltro

- Azzurro colorato che rende facile vedere l'accumulazione della polvere
- Le dimensioni del filtro sono tali che la velocità di aria sarà approssimativamente 1.5 m/s
- il filtro può essere cambiato senza utilizzo utensili speciali
- Il filtro dovrebbe essere cambiato dopo 200 ore lavorative
- Il ritegno è approssimativamente 80% contro una dimensione delle particelle di 5 micron

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

21

## Il flusso laminare

### Ventilatore

- Deve fare fronte alle richieste di pressione e di volume di aria
- deve essere a velocità registrabile
- deve avere un livello a basso rumore
- Deve avere un basso livello di vibrazione
- Dovrebbe essere di un disegno compatto
- Dovrebbe essere diretto guidato (nessuna cinghia)

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

22

## Il flusso laminare

### Plenum

- che la pressione d'aria sia sufficiente da passare tramite il filtro
- sia costruito per produrre una pressione d'aria uniforme attraverso il filtro
- crei una corrente d'aria uniforme sopra la zona di lavoro

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

23

## Il flusso laminare

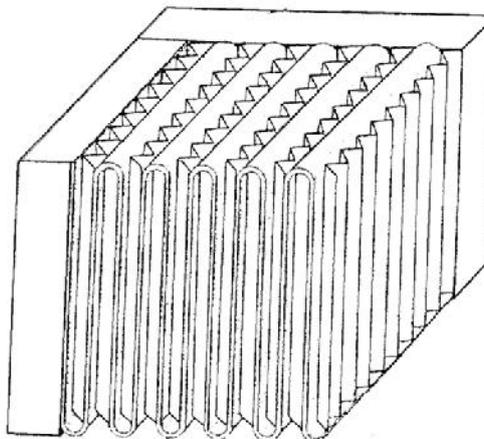
Il filtro HEPA **H**igh **E**fficiency **P**articulate **A**ir è presente in tutte le cappe biologiche di sicurezza.

Esso è in grado di rimuovere il particolato, inclusi i microrganismi, dall'aria.

E' importante notare che il filtro HEPA non è invece adatto a rimuovere gas o vapori nocivi. I filtri HEPA sono costituiti da sottili fogli di microfibre di **borosilicato** ripiegato più volte al fine di aumentare la superficie totale di filtrazione.

Questi fogli sono sostenuti da una struttura portante in alluminio.

A seconda della qualità il filtro HEPA è in grado di trattenere un numero di particelle (diametro 0,3 micron) che varia da 9.997 a 9.999 su un totale di 10.000



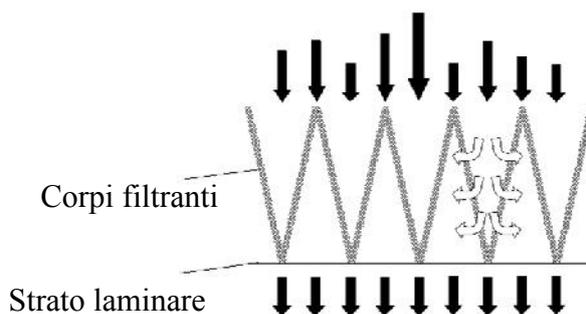
11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

24

## Il flusso laminare

Flusso laminare unidirezionale



11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

25

## Il flusso laminare

Uniformità del flusso aria

- Accade quando tutta l'aria sta scorrendo alla stessa velocità
- È simile allo scorrimento "di un pistone", che parte dal filtro che impedisce l'ingresso delle particelle nella zona di lavoro
- Si ha un flusso d'aria uniforme solo se si fa uso di filtri di alta qualità

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

26

## Il pianodi lavoro

### Spazio di lavoro

- Nessuno spigolo deve essere presente
- Le luci devono essere montate fuori della zona di lavoro
- devono essere di intensità 1000 lux nella zona di lavoro
- le finestre laterali devono essere facili da pulire
- Flusso orizzontale =  $0.45 \pm 20\%$  di m/s
- Flusso verticale =  $0.40 \pm 20\%$  di m/s

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

27

## EN 12469

- **Il T.U. 81 prevede l'adozione di mezzi di protezione individuali e collettivi, per la protezione da agenti biologici**
- **Un mezzo di Protezione Collettiva molto diffuso è la Cabina di Classe II, che garantisce la protezione dell'operatore, del prodotto e dell'ambiente grazie ad una ventilazione meccanica controllata e una filtrazione assoluta dell'aria**

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

28

## EN 12469

- **La protezione è di tipo probabilistico: più è efficace il controllo della ventilazione, minore è la probabilità che la contaminazione aeroportata possa fuoriuscire nell'ambiente.**
- **Un indice di questo concetto è il Fattore di Contenimento all'apertura, APF, "Aperture Protection Factor", che viene misurato con un test microbiologico specifico in sede di omologazione.**

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

29

## EN 12469

- **Il principio di funzionamento di una Cabina Biohazard è quindi molto più critico di quanto possa essere nelle normali cappe chimiche o cabine a guanti.**
- **Esistono quindi Obblighi per i costruttori, che comportano il rispetto degli Standard Normativi contenuti nella Norma Europea EN12469, recepita in Italia nel 2002.**

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

30

## EN 12469

- **Rispetto alle precedenti norme nazionali la EN 12469 ha introdotto ulteriori requisiti.**
- **In particolare la norma stabilisce i criteri di prestazione per le postazioni di sicurezza microbiologica ( PSM ) di classe I, classe II e classe III.**

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

31

## EN 12469

- **Le PSM sono mezzi di protezione collettiva di primo contenimento da installare sia nei laboratori ove non sono presenti particolari sistemi di ventilazione sia in quelli dove esiste la pressurizzazione degli spazi, ossia quelli di livello biologico 2, 3 che sono definiti mezzi di secondo contenimento.**
- **L'installazione delle postazioni di classe I e II richiede un particolare studio dell'interazione tra la ventilazione della postazione e quella del laboratorio.**

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

32

## EN 12469

**Gli Adempimenti del Costruttore rispetto allo Standard imposto sono:**

- **Conformità agli Standard meccanici (Stabilità, Vibrazioni...)**
- **Conformità agli Standard elettrici EMC**
- **Conformità ai Criteri di Pulibilità e Sterilizzazione**
- **Conformità del sistema di filtrazione dell'aria.**

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

33

## EN 12469

**A questi si aggiungono gli adempimenti riguardanti la verifica delle prestazioni:**

- **Verifica dell'integrità dei filtri assoluti**
- **Verifica dei parametri di ventilazione**
- **Verifica del sistema di monitoraggio (Allarmi)**
- **Verifica del raggiungimento del Fattore di protezione all'apertura (APF) e della Protezione del prodotto**

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

34

## EN 12469

### **Cabina di sicurezza microbiologica (MSC)**

Cabina ventilata destinata ad assicurare la protezione dell'operatore e dell'ambiente verso i rischi associati agli aerosol dovuti alla manipolazione di microrganismi pericolosi o potenzialmente pericolosi. L'aria espulsa dalla cabina deve essere filtrata.

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

35

## EN 12469

### **MSC di classe I**

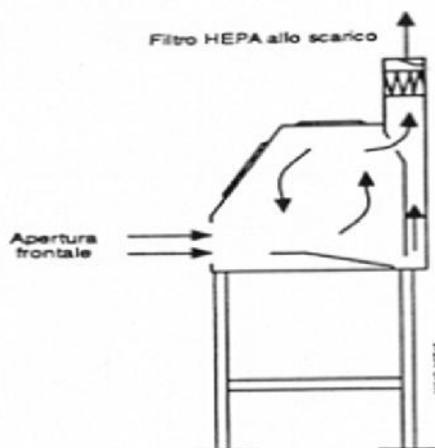
- Cabina di sicurezza con apertura frontale attraverso la quale l'operatore può prelevare i prodotti manipolati entro di essa e costruita in modo tale da proteggere l'operatore.
- I rischi di contaminazione crociata sono minimi. La fuoriuscita di aria contaminata da particolato presente entro la cabina è controllata tramite un flusso interno di aria e mediante filtrazione dell'aria espulsa.

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

36

## MSC di classe I



11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

37

## EN 12469

### MSC di classe II

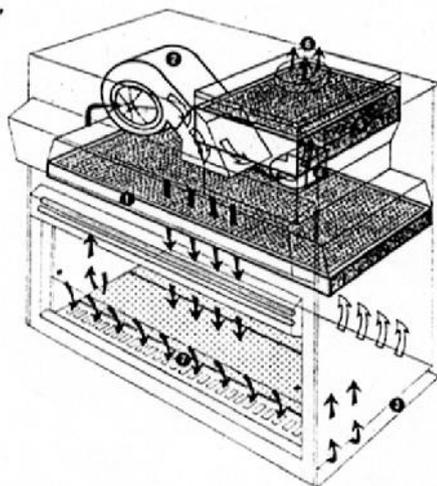
- Cabina di sicurezza con apertura frontale attraverso la quale l'operatore può effettuare delle manipolazioni all'interno della zona protetta in condizioni di sicurezza.
- I rischi di contaminazione del prodotto, compresa la contaminazione crociata, sono minimi. La fuoriuscita di contaminanti aereoportati generati all'interno della zona protetta è controllata da un flusso d'aria diretta verso l'interno e passante attraverso l'apertura della cabina (Barriera Frontale), che si aggiunge al flusso d'aria filtrata di ricircolo. La quantità di aria del flusso presente all'apertura viene in uguale misura espulsa attraverso un altro filtro.
- Nota: La sicurezza di classe II può essere garantita tramite un flusso laminare, unidirezionale, di aria discendente entro la cabina ed una barriera di aria in corrispondenza dell'apertura frontale

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

38

## MSC di classe II



11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

39

## EN 12469

### MSC di classe III

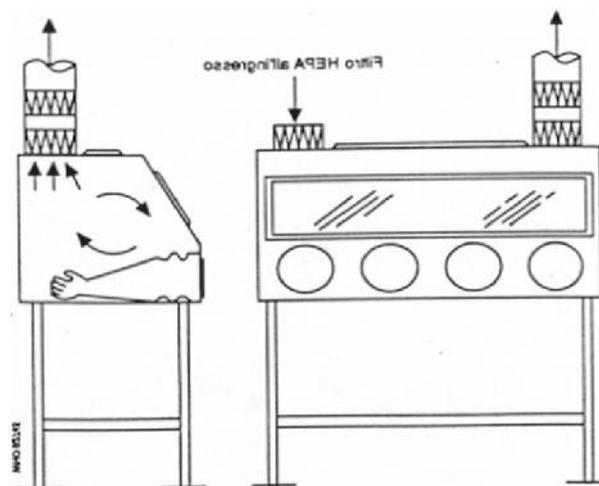
- Cabina di sicurezza in cui l'area di lavoro è totalmente chiusa e l'operatore è separato dal prodotto tramite una barriera fisica (es. guanti fissati meccanicamente alla cabina). La cabina viene costantemente rifornita di aria filtrata, mentre l'aria prelevata viene trattata per prevenire la dispersione di microorganismi.
- Nota 1: Differenti disposizioni della normativa EN 12469 per le cabine MSC di tipo III possono essere applicate, rispettando le prestazioni e la costruzione, per isolatori dotati di film rigidi o flessibili. Specifiche più dettagliate relative agli isolatori sono reperibili nella normativa EN 12741.
- Nota 2: L'aria espulsa può essere trattata tramite almeno due filtri HEPA in linea ed evacuata verso l'esterno tramite il proprio sistema di scarico.

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

40

## MSC di classe III



11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

41

## Pulibilità

- La Cabina deve essere progettata in modo da superare un test che consiste nello sporcare con materiale proteico la zona di lavoro, pulirla, e rilevare successive tracce di sporco con tamponi.
- Sono quindi critiche tutte le sporgenze, gli angoli, i servizi in zona lavoro (le prese devono avere coperchi)

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

42

## Sistemi di monitoraggio e allarmi

**La Norma stabilisce un criterio di maggiore severità per i dispositivi di monitoraggio dei flussi d'aria, e segnali relativi.**

- **Il dispositivo deve essere invariabile nel tempo. Punto 7.2 della Norma**

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

43

## Metodi di prova

- **La Norma stabilisce che i valori di ventilazione devono SEMPRE essere uguali a quanto indicato sul Quality pass, e quindi il Costruttore deve indicare il Metodo di Misura adottato. All.G della Norma**
- **Tale metodo deve essere sempre applicato durante tutte le prove ai controlli di manutenzione**

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

44

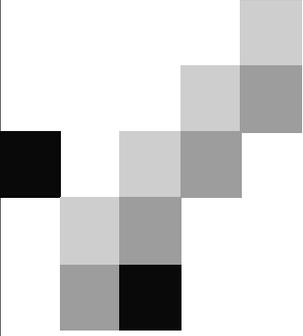
## Perché usare le Cabine di Sicurezza??

- Protezione prodotto
- Protezione operatore
- Evitare contaminazione crociata

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

45



## Armadi Aspirati

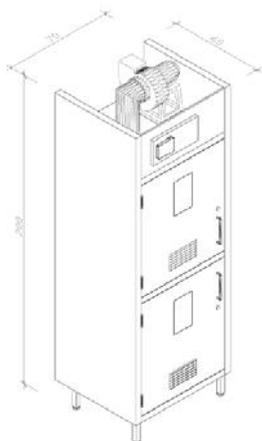
Principi di funzionamento,  
normative, controlli.

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

46

## Che cos'è un armadio aspirato?



- Armadio concepito per lo stoccaggio di sostanze chimiche nei laboratori
- Dotato di ventola di aspirazione

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

47

## Tipologie di Armadi

- Armadi per acidi e basi
- Armadi per infiammabili
- Armadi per gas compressi e bombole
- Armadi per sostanze radioattive

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

48

## Gli armadi per la conservazione di acidi e basi

### Armadi a estrazione totale

- Armadi con ventilatore
- Canalizzazione all'esterno

### Armadi a ricircolo

- Armadi con ventilatore
- Sistema di filtrazione a carboni attivi
- Ricircolo aria immessa nel laboratorio

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

49

## Gli armadi per la conservazione di acidi e basi

### Armadi a estrazione totale

Espulsione all'esterno evitando contaminazione laboratorio

Eventuale filtro opzionale

Possibile contaminazione ambientale esterna

Lavori di canalizzazione

Controllo periodico tubazioni di espulsione

### Armadi a ricircolo

Nessun costo per canalizzazione

Nessun lavoro murario

Nessuna contaminazione dell'ambiente esterno

Manutenzione periodica facilitata

Sostituzione filtri periodica

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

50

## Gli armadi per liquidi infiammabili

- Proteggere gli operatori e l'ambiente dal rischio di incendio associato allo stoccaggio di sostanze infiammabili,
- Proteggere gli operatori dal rischio di inalazione di vapori immessi nell'ambiente associato allo stoccaggio di sostanze infiammabili,
- Contenere i liquidi stoccati in caso di versamenti accidentali.

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

51

## Gli armadi per liquidi infiammabili

### **Specifiche richieste dalla Norma EN14470-1:**

Volume interno < 1000 litri.

Resistenza al "fire-test" – EN 1363-1.

Auto-chiusura delle porte.

Autoventilazione.

Ripiani con contenimento "spanti".

Vasca dedicata per contenimento "spanti".

Informazioni ed Avvisi obbligatori.

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

52

## La gestione del rifiuto in Laboratorio

- I rifiuti devono essere riuniti secondo le varie tipologie
- I rifiuti pericolosi non devono essere conservati oltre lo stretto necessario
- I rifiuti e i prodotti chimici devono essere conservati in appositi contenitori aspirati e idonei
- Per i rifiuti liquidi occorre predisporre appositi contenitori di raccolta
- Per i rifiuti biologici a rischio infettivo occorre stocarli in particolari contenitori destinati alla distruzione

11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

53

## La gestione del rifiuto in Laboratorio



11/12/2013

Relatore - Ing. Marco De Sanctis

54