



III CONGRESSO NAZIONALE ANFeA

Roma 27-28 Novembre 2015

Università Roma La Sapienza

Dipartimento di Scienze di Base e

Applicate per l'Ingegneria

La certificazione ed il controllo della produzione di filtri respiratori per gas: metodologia e strumentazione impiegata per le prove di verifica e analisi dei risultati ottenuti

G. Zambelli^{1,2,3}, T. Chiocchini^{1,2}, F. Banfi⁴, D. Muraglia^{1,2}, A. Montesanto⁴, S. Galimberti⁴, C. Marchi^{1,2}, S. Pelosi⁴, D. Di Pietrantonio^{1,3}

¹ Laboratori Protex S.p.A., Gruppo Laboratori Protex

² Lavoro e Ambiente s.r.l., Gruppo Laboratori Protex

³ Protex Italia S.p.A., Gruppo Laboratori Protex

⁴ Italcert s.r.l.



**Esposizione
acuta**

**Sostanze irritanti,
nocive, tossiche**



**Esposizione
cronica**

**Sostanze
cancerogene,
mutagene,
teratogene**



Concentrazione O₂

Effetti sulla salute

21 %	Concentrazione ideale di ossigeno
19,5 %	Minimo livello accettabile
16 – 19,5 %	Possibili difficoltà respiratorie, perdita di controllo della motricità, diminuzione capacità lavorativa
12 – 16 %	Aumento respirazione, affaticamento, perdita capacità valutative
8 – 12 %	Perdita di coscienza, nausea e vomito, cianosi
6 – 8 %	<ul style="list-style-type: none"> - Permanenza di 4-5 minuti: possibilità di recupero - Permanenza di 6 minuti: fatale al 50 % - Permanenza di 8 minuti: fatale al 100 %
4 – 6 %	Coma in pochi secondi, morte





Ambienti confinati



- Carpenterie
- Falegnamerie





- **Aree contaminate**
- **Sale operatorie**
- **Cabine di verniciatura**

- Luoghi trafficati
- Aree incendiate
- Scenari bellici



La direttiva 89/686/CEE suddivide i D.P.I. in tre categorie a seconda del percorso che il fabbricante deve seguire per poter apporre la marcatura CE sui D.P.I prima di metterli in commercio

Categoria III

- L'Organismo Notificato, autorizzato dall'Ente di Controllo, verifica e approva il progetto
- L'Organismo Notificato controlla periodicamente la produzione

Categoria II

- L'Organismo Notificato interviene solo per la verifica e l'approvazione del progetto

Categoria I

- Non è previsto l'intervento dell'Organismo Notificato

**Tutti i D.P.I. per le vie respiratorie sono classificati
«D.P.I. di Terza Categoria»**

Categoria III

- L'Organismo Notificato, autorizzato dall'Ente di Controllo, verifica e approva il progetto
- L'Organismo Notificato controlla periodicamente la produzione

Ente di Controllo



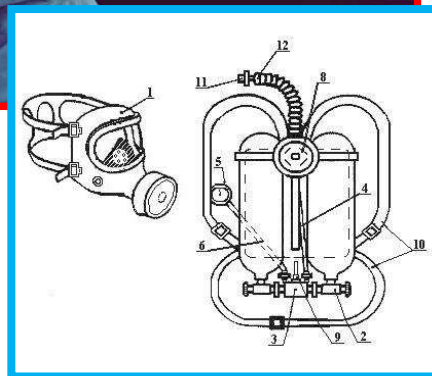
Organismo Notificato



Facciale filtrante



Respiratore autonomo



Autorespiratore



Maschera intero facciale



Semimaschera

Norme vigenti in materia di D.P.I. per le vie respiratorie (elenco non esaustivo)

UNI EN 136:2000	Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Maschere intere - Requisiti, prove, marcatura	UNI EN 405:2009	Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Semimaschere filtranti antigas o antigas e antipolvere dotate di valvole - Requisiti, prove, marcatura
UNI EN 137:2007	Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Autorespiratori a circuito aperto ad aria compressa con maschera intera - Requisiti, prove, marcatura	UNI EN 529:2006	Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione - Documento guida
UNI EN 140:2000	Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Semimaschere e quarti di maschera - Requisiti, prove, marcatura	UNI EN 12941: 2009	Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Elettrorespiratori a filtro completi di elmetto o cappuccio - Requisiti, prove, marcatura
UNI EN 143:2007	Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filtri antipolvere - Requisiti, prove, marcatura	UNI EN 12942:2009	Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Elettrorespiratori a filtro completi di maschere intere, semimaschere o quarti di maschere - Requisiti, prove, marcatura
UNI EN 148-1:2000	Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filettature per facciali - Raccordo filettato normalizzato	UNI EN 14387:2008	Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Filtri antigas e filtri combinati - Requisiti, prove, marcatura
UNI EN 148-2:2000	Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filettature per facciali - Raccordo con filettatura centrale	EN 14529:2005	Respiratory protective devices - Self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with half mask designed to include a positive pressure lung governed demand valve for escape purposes only
UNI EN 148-3:2000	Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Filettature per facciali - Raccordo filettato M 45 x 3	UNI EN 14593-1:2005	Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Respiratori ad aria compressa alimentati dalla linea con erogatore a domanda - Parte 1: Apparecchi con maschera intera - Requisiti, prove, marcatura
UNI EN 149:2009	Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Semimaschere filtranti antipolvere - Requisiti, prove, marcatura	UNI EN 14593-2:2005	Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Respiratori ad aria compressa alimentati dalla linea con erogatore a domanda - Parte 2: Apparecchi con semimaschera a pressione positiva - Requisiti, prove, marcatura
UNI EN 250:2014	Equipaggiamento per la respirazione - Autorespiratori per uso subacqueo a circuito aperto ad aria compressa - Requisiti, prove, marcatura	UNI EN 14594:2005	Apparecchi di protezione delle vie respiratorie - Respiratori ad aria compressa, a flusso continuo, alimentati dalla linea - Requisiti, prove, marcatura

ITALCERT s.r.l. effettua verifiche per l'approvazione e controlli periodici di produzione sui D.P.I. per le vie respiratorie.



Le principali prove eseguite dall'Organismo di Controllo sono le seguenti:

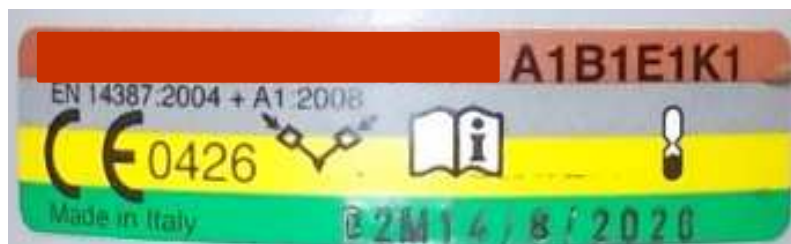
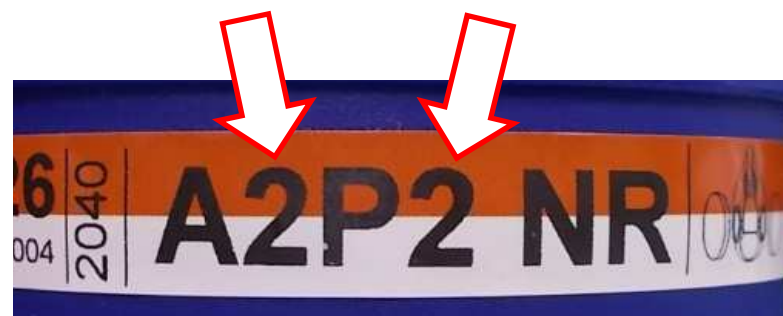
ISPEZIONE VISIVA: il filtro viene visionato per valutare eventuali problematiche legate alla marcatura e alle indicazioni fornite dal costruttore. Il filtro viene ispezionato dopo le prove di condizionamento meccanico per poter osservare eventuali rotture o perdite di carbone attivo.

Su tutti i
campioni
di prova

Marcatura per i filtri antigas e/o antipolvere UNI EN 14387:2008 e UNI EN 143:2007

<i>Tipo</i>	<i>Colore</i>	<i>Campi di impiego</i>
A	Marrone	Gas e vapori organici con punto di ebollizione superiore a 65°C
B	Grigio	Gas e vapori inorganici
E	Giallo	Anidride solforosa e altri gas e vapori acidi
K	Verde	Ammoniaca e derivati organici
AX	Marrone	Gas e vapori organici con punto di ebollizione inferiore a 65°C
SX	Viola	Sostanze specificatamente indicate
Hg	Rosso	Vapori di mercurio
NO	Blu	Fumi azotati
I	Arancione	Iodio
CO	Nero	Monossido di carbonio
P	Bianco	Polveri, fumi e nebbi

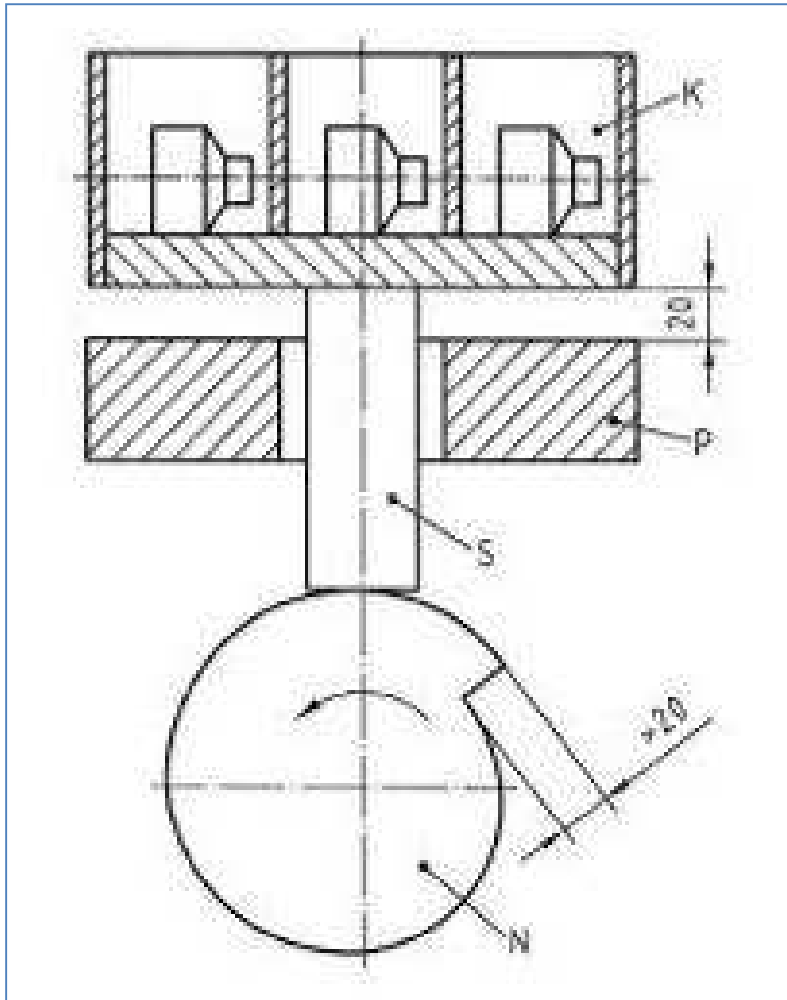




Classe di protezione per i dispositivi antigas non assistiti UNI EN 14387:2008

<i>Filtri per semimaschere o maschere intere</i>	<i>Concentrazione massima</i>
1	Per tenore di gas inferiore a 0,1% del volume
2	Per tenore di gas compreso tra 0,1% e 0,5% in volume
3	Per tenore di gas compreso tra 0,5% e 1,0% in volume

La suddivisione in 3 classi è presente, seppur con differenze nelle prestazioni, anche per i dispositivi antipolvere non assistiti, i dispositivi a ventilazione assistita e forzata



RESISTENZA MECCANICA (M.S.):

il filtro viene posto sotto sforzo meccanico da un pistone che sollecita meccanicamente il filtro 100 volte in un minuto per una durata di 20 minuti.

Su tutti i
campioni
di prova

CONDIZIONAMENTO TERMICO (T.C.):

il filtro viene posto per 24 ore ad una temperatura di 70 °C e 24 ore ad una temperatura di -30 °C.

Su tutti i
campioni
di prova

RESISTENZA RESPIRATORIA:

il filtro viene testato a flussi continui di 35 l/min o 90 l/min per verificarne la funzionalità, in condizioni tali da non creare fenomeni di condensazione.

Su 4
campioni
per flusso

VERIFICA DI PENETRAZIONE ED INTASAMENTO:

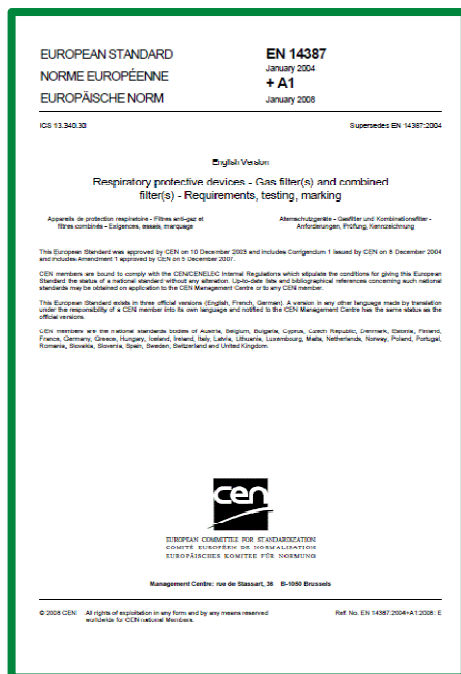
viene testata la resistenza del filtro alle polveri con due tipi di aerosol differenti per escludere problemi di penetrazione degli inquinanti o intasamento del filtro.

Su 2
campioni

CAPACITA' DI RESISTENZA DEI FILTRI AI GAS o CAPACITA' DEI GAS:

il filtro viene esposto ad una concentrazione nota di gas per verificarne la resistenza nel tempo.

Su 3
campioni
per gas



LABORATORI PROTEX S.p.A. collabora con ITALCERT s.r.l. per l'esecuzione di questa prova dal 2007, seguendo le istruzioni riportate nella norma di riferimento UNI EN 14387:2008



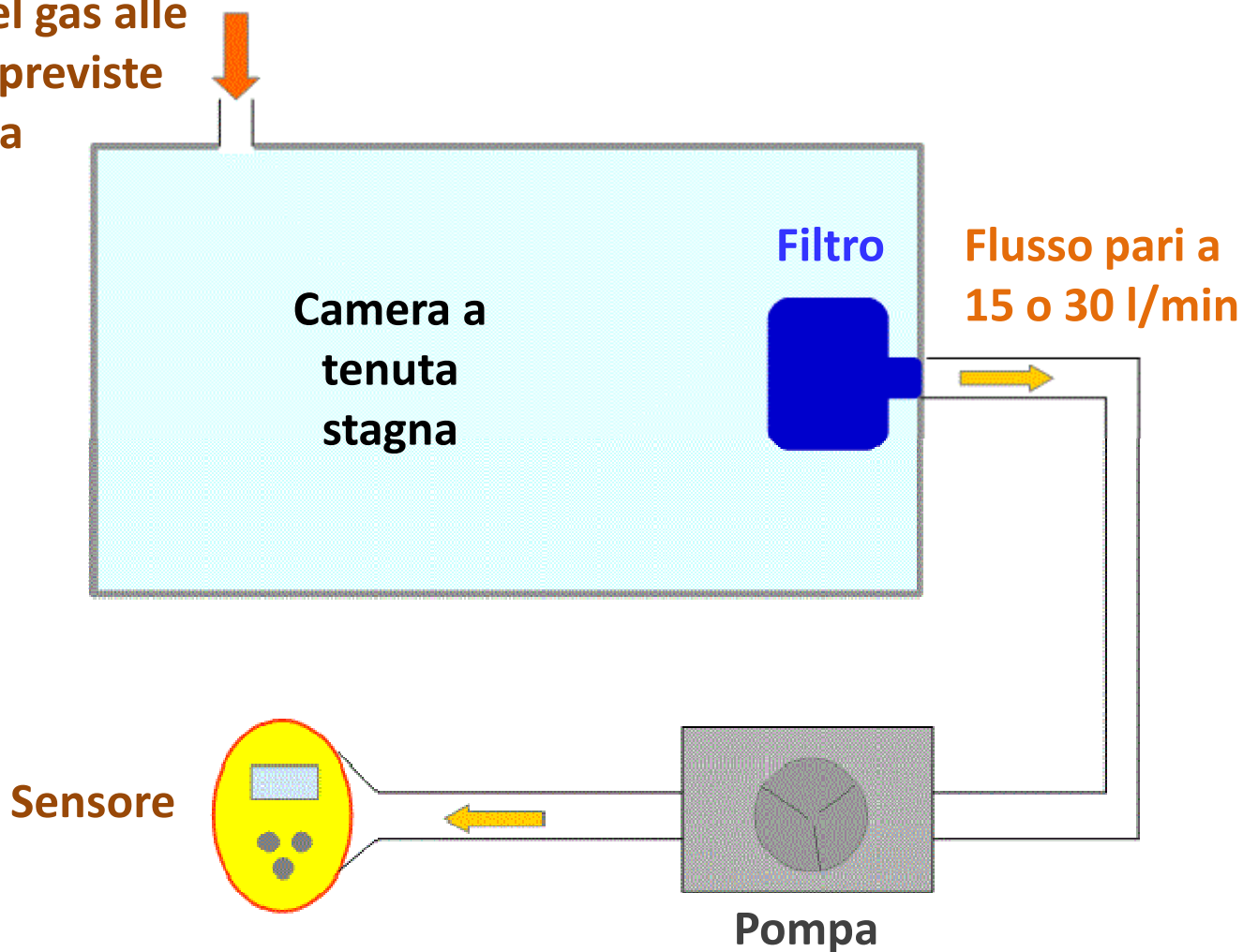
La prova di capacità dei gas ha il compito di verificare la resistenza dei filtri per un determinato periodo di tempo, a concentrazioni, flussi di gas e condizioni ambientali note, differenti in base al tipo di filtro.

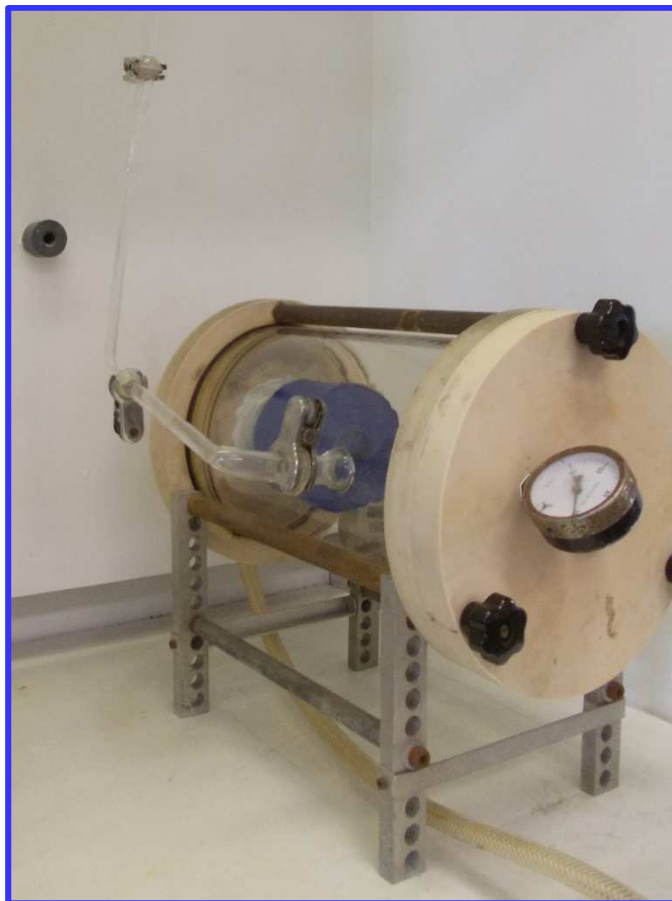
Il filtro si definisce **rotto** nel momento in cui non riesce più a proteggere dal gas: tale momento **-breakthrough-** viene identificato quando il gas di prova attraversa il filtro e supera una determinata concentrazione.

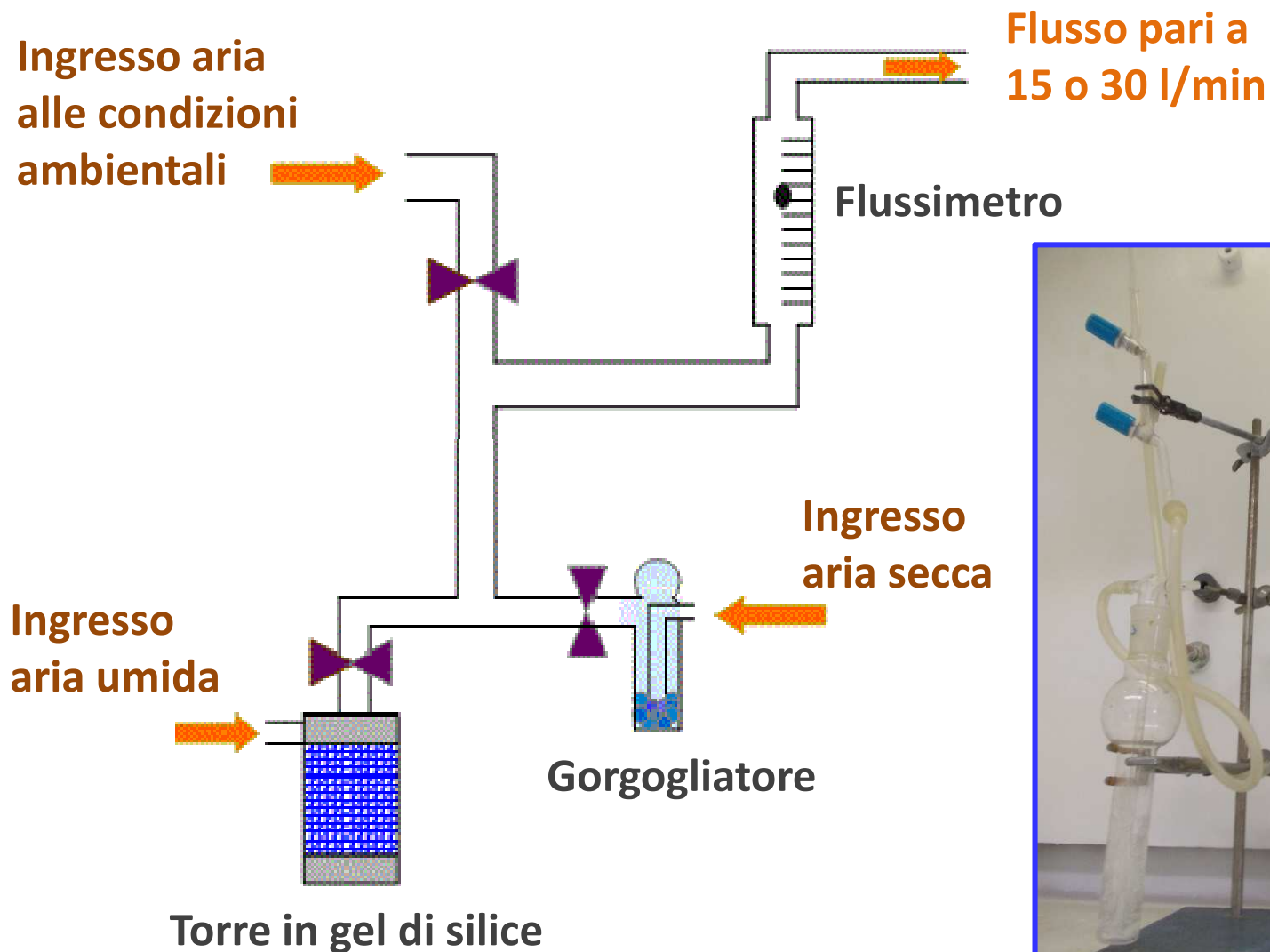
La prova viene superata positivamente se tutti e tre gli esemplari di prova non si rompono prima del tempo previsto.

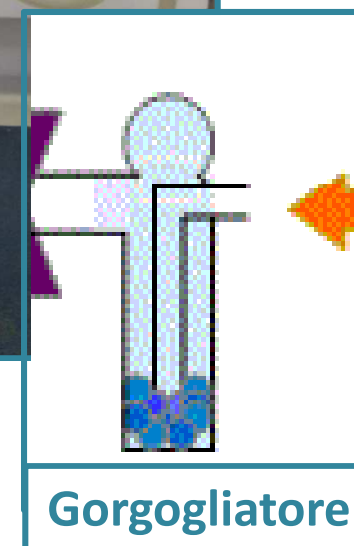
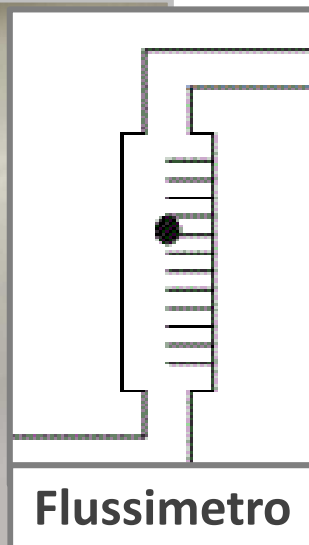
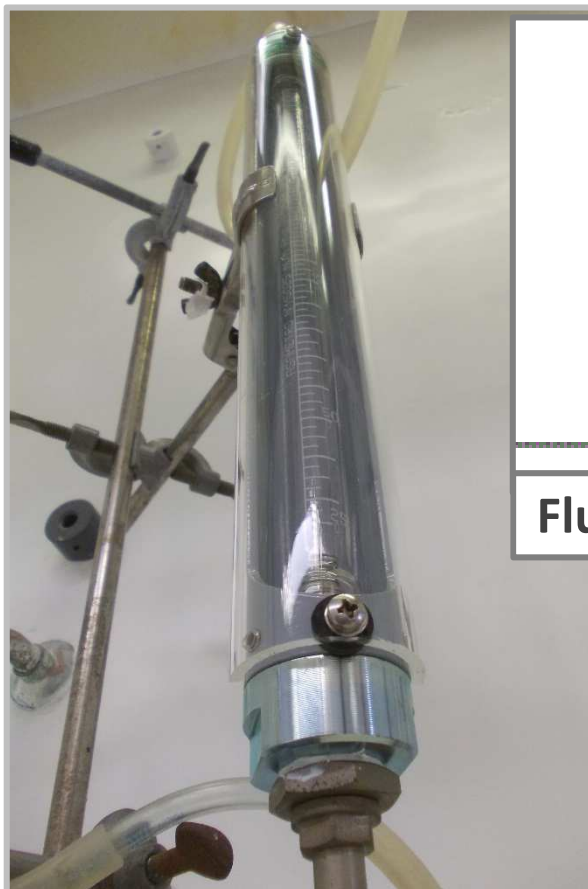


Ingresso del gas alle
condizioni previste
dalla norma





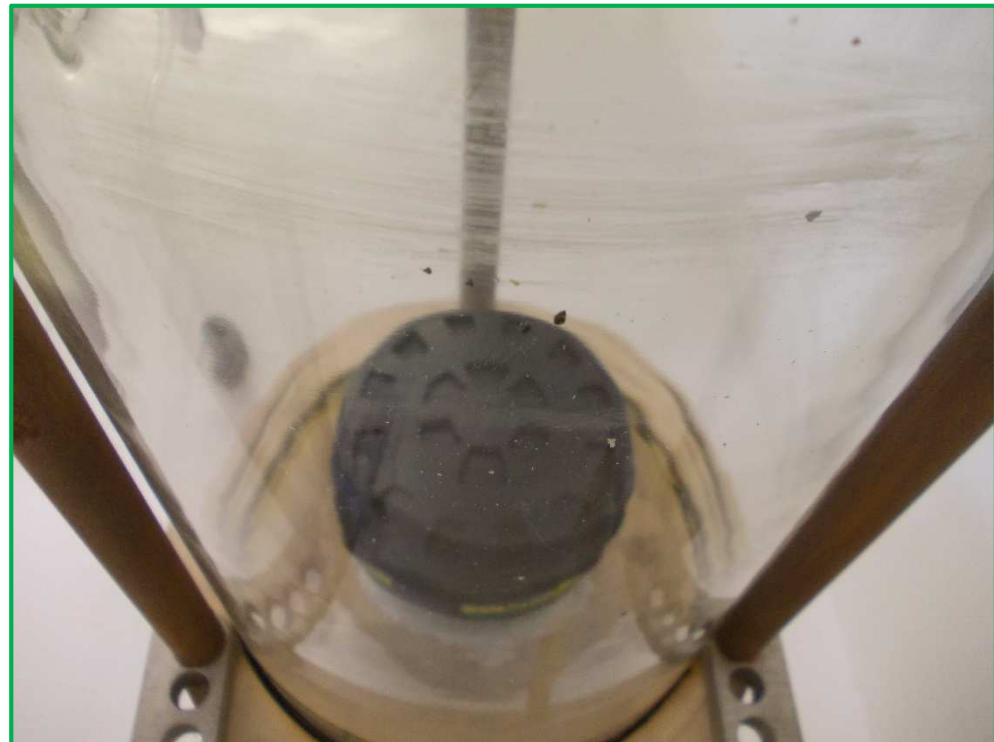


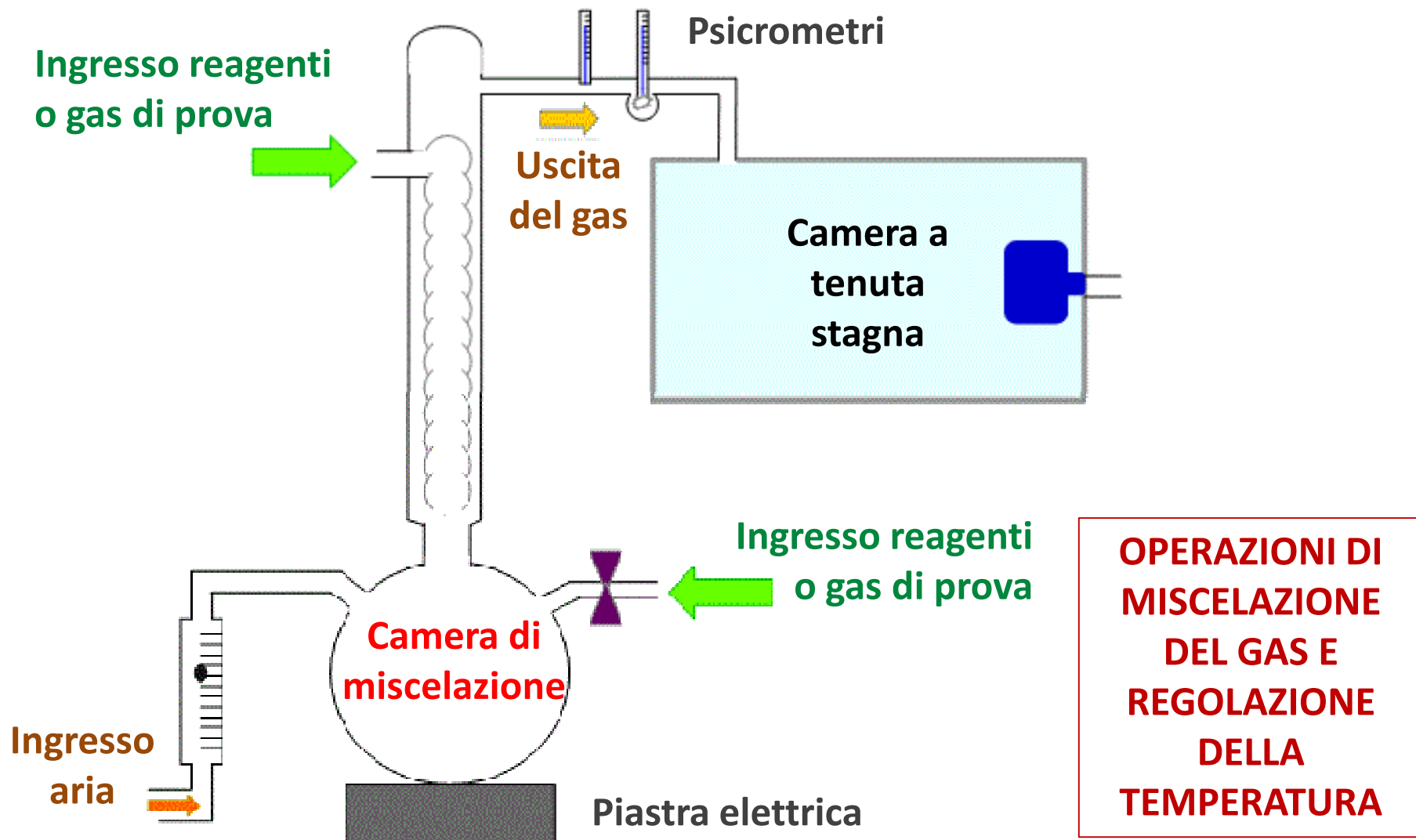


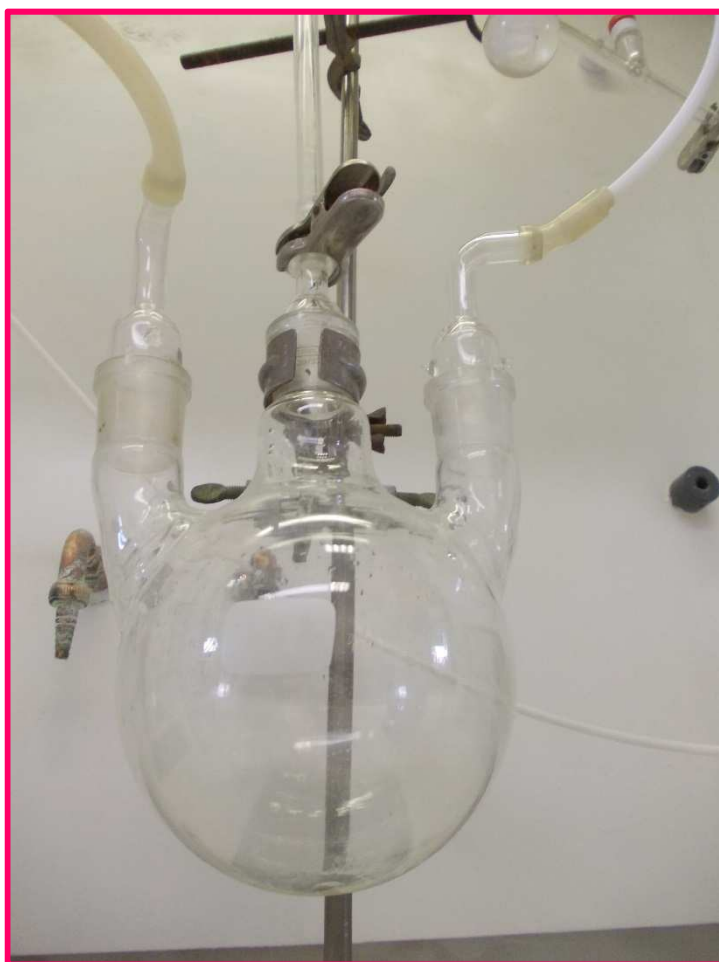
**OPERAZIONI DI
REGOLAZIONE
DELL'UMIDITA'
E DEL FLUSSO DELL'ARIA
ASPIRATA**

CONDIZIONI STANDARD PER LE PROVE DI CAPACITA'

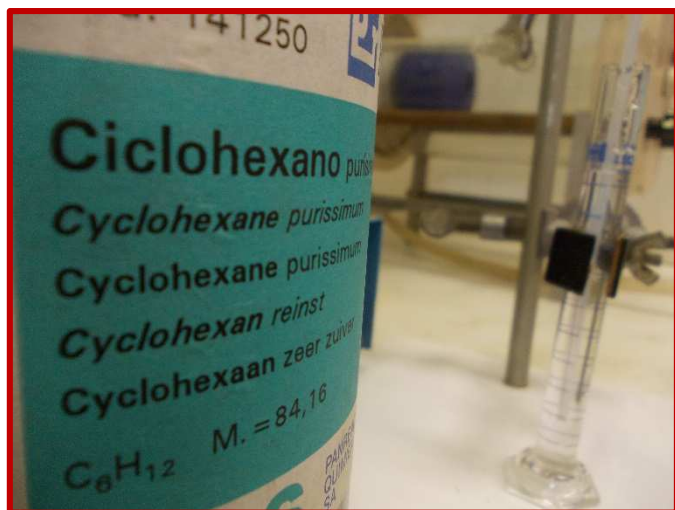
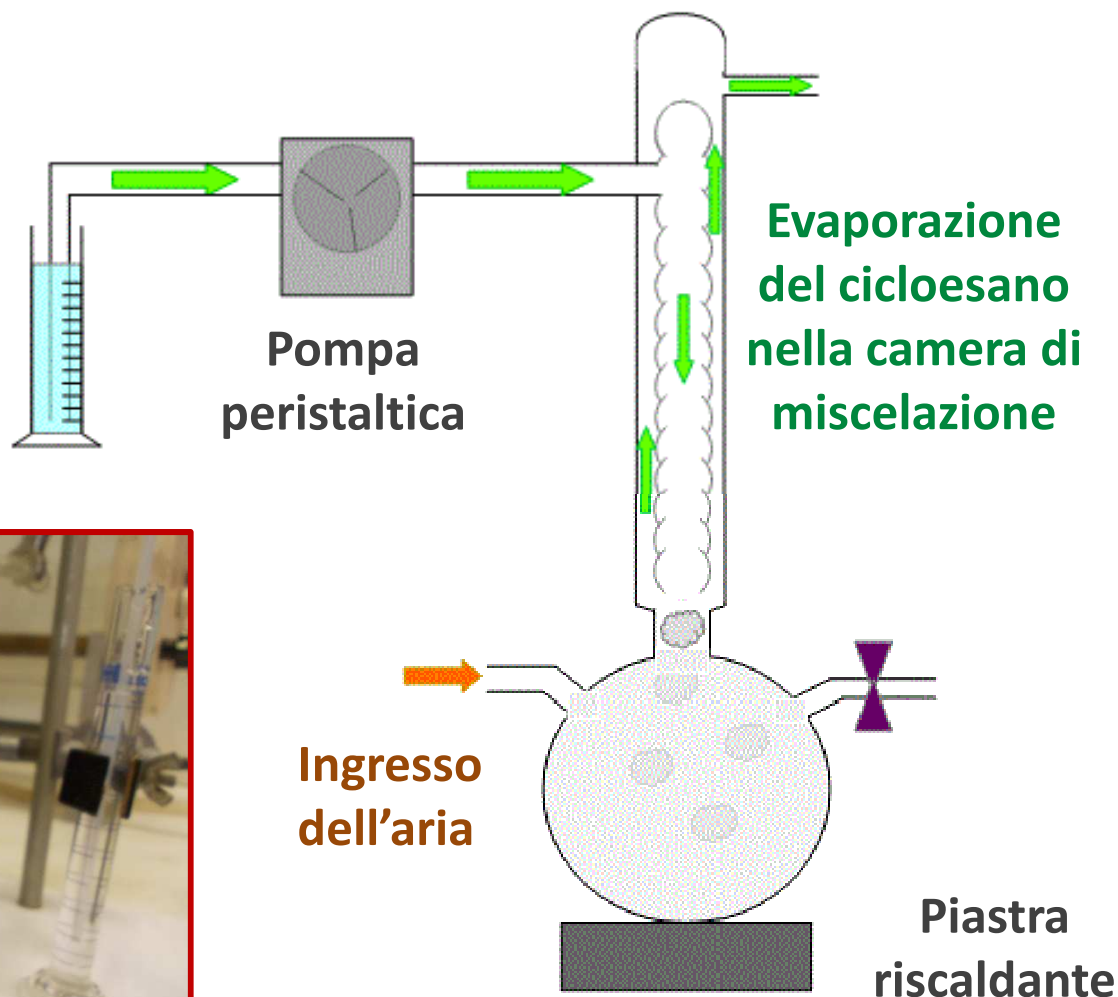
- Flusso aria: 30 l/min
- Temperatura: 20 °C
- Umidità relativa: 70%





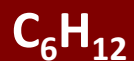


C_6H_{12}
in fase
liquida



Filtro A

Cicloesano



CLASSE 1

Tempo di superamento della prova: 70 min

Concentrazione del gas: 3,5 mg/l – 0,1 % vol.

Concentrazione di rottura: 10 ml/m³

CLASSE 2

Tempo di superamento della prova: 35 min

Concentrazione del gas: 17,5 mg/l – 0,5 % vol.

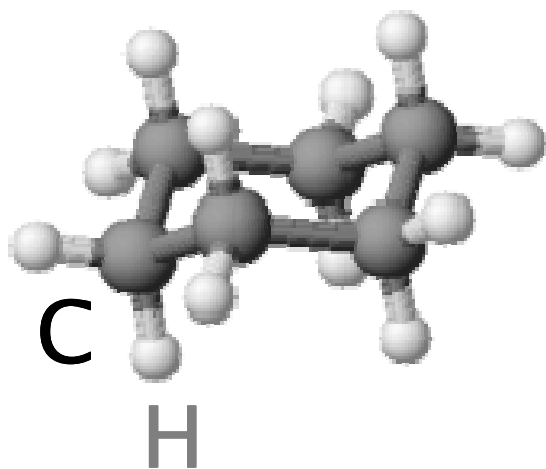
Concentrazione di rottura: 10 ml/m³

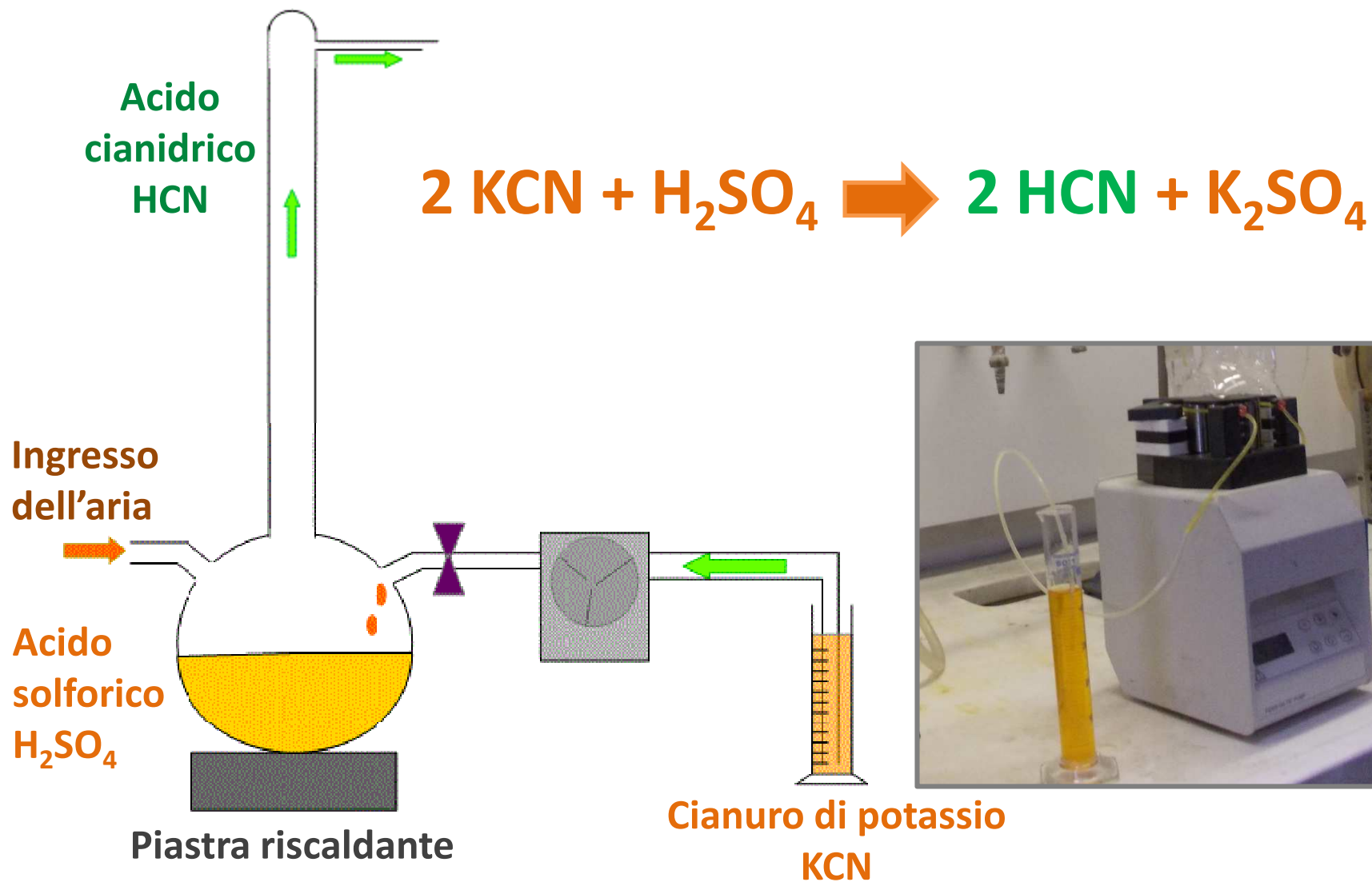
CLASSE 3

Tempo di superamento della prova: 65 min

Concentrazione del gas: 28,0 mg/l – 0,8 % vol.

Concentrazione di rottura: 10 ml/m³





Filtro B

Gas #1

**Acido
cianidrico**

HCN

CLASSE 1

Tempo di superamento della prova: 25 min

Concentrazione del gas: 1,1 mg/l

Concentrazione di rottura: 10 ml/m³

CLASSE 2

Tempo di superamento della prova: 25 min

Concentrazione del gas: 5,6 mg/l

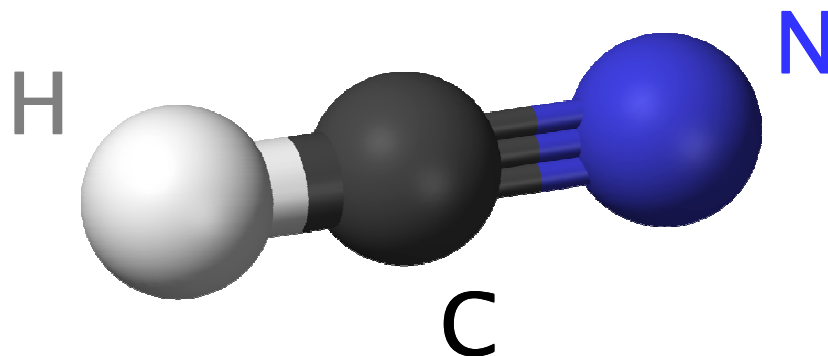
Concentrazione di rottura: 10 ml/m³

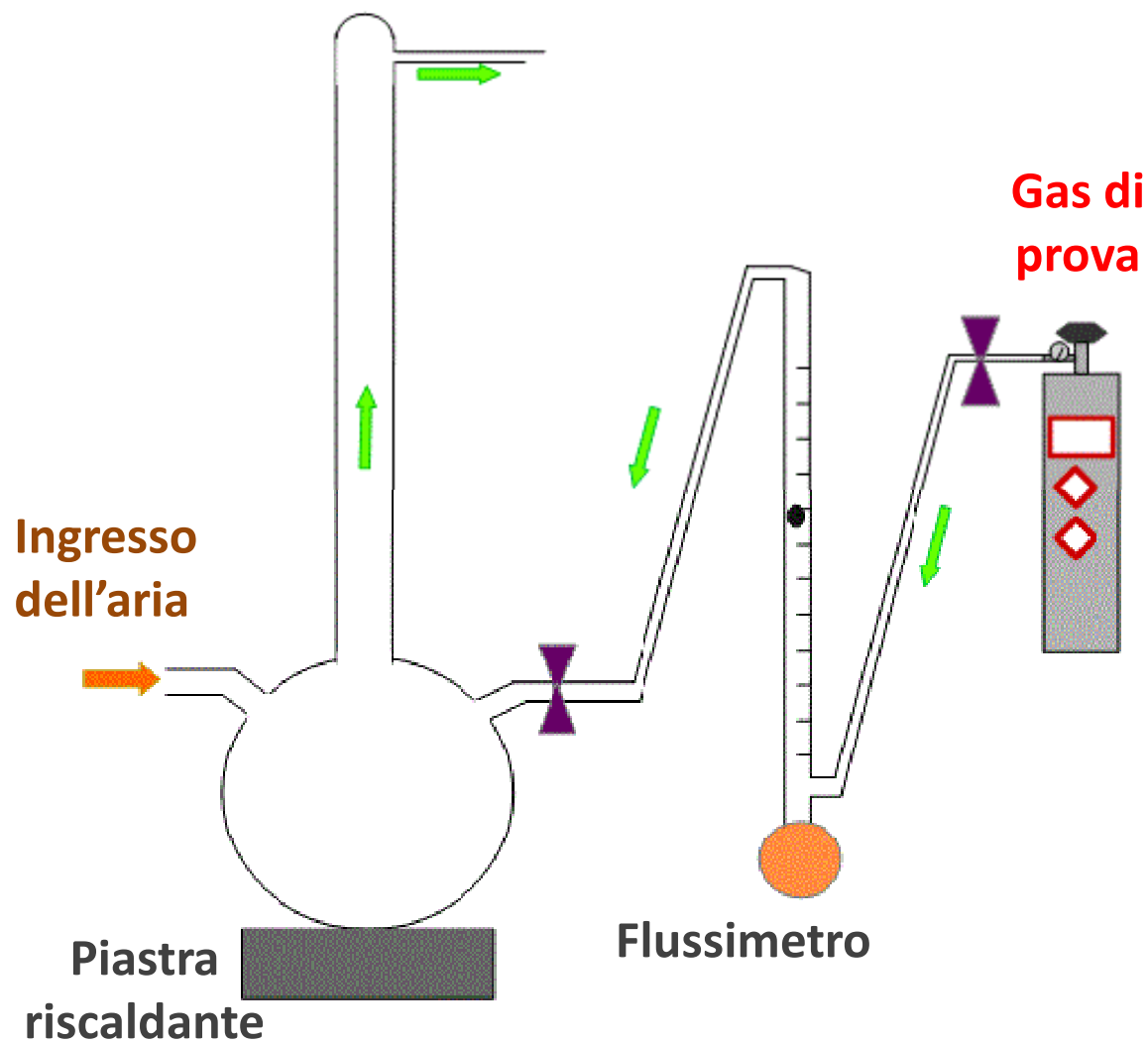
CLASSE 3

Tempo di superamento della prova: 25 min

Concentrazione del gas: 11,2 mg/l

Concentrazione di rottura: 10 ml/m³





Filtro B

Gas #2

Cloro

Cl₂

CLASSE 1

Tempo di superamento della prova: 20 min

Concentrazione del gas: 3,0 mg/l

Concentrazione di rottura: 0,5 ml/m³

CLASSE 2

Tempo di superamento della prova: 20 min

Concentrazione del gas: 15,0 mg/l

Concentrazione di rottura: 0,5 ml/m³

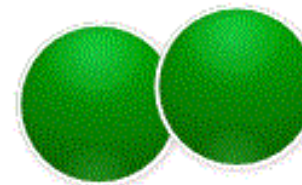
CLASSE 3

Tempo di superamento della prova: 20 min

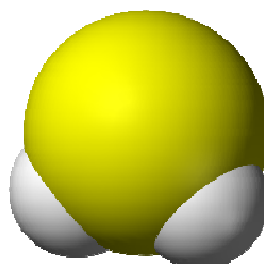
Concentrazione del gas: 30,0 mg/l

Concentrazione di rottura: 0,5 ml/m³

Cl₂



H₂S



Filtro B

Gas #3

**Acido
solfidrico**

H₂S

CLASSE 1

Tempo di superamento della prova: 40 min

Concentrazione del gas: 1,4 mg/l

Concentrazione di rottura: 10 ml/m³

CLASSE 2

Tempo di superamento della prova: 40 min

Concentrazione del gas: 7,1 mg/l

Concentrazione di rottura: 10 ml/m³

CLASSE 3

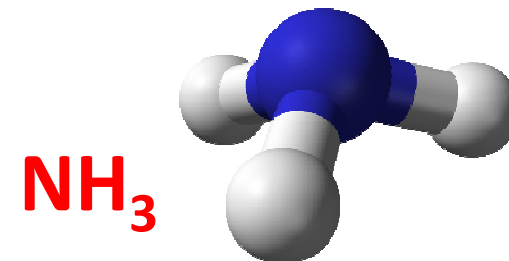
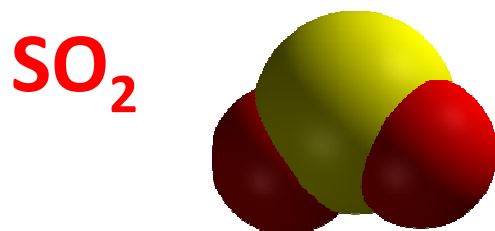
Tempo di superamento della prova: 60 min

Concentrazione del gas: 14,2 mg/l

Concentrazione di rottura: 10 ml/m³

Filtro E
Anidride solforosa
SO₂

CLASSE 1
Tempo di superamento della prova: 20 min
Concentrazione del gas: 2,7 mg/l
Concentrazione di rottura: 5 ml/m ³
CLASSE 2
Tempo di superamento della prova: 20 min
Concentrazione del gas: 13,3 mg/l
Concentrazione di rottura: 5 ml/m ³
CLASSE 3
Tempo di superamento della prova: 30 min
Concentrazione del gas: 26,6 mg/l
Concentrazione di rottura: 5 ml/m ³



Filtro K
Ammoniaca
NH₃

CLASSE 1
Tempo di superamento della prova: 50 min
Concentrazione del gas: 0,7 mg/l
Concentrazione di rottura: 25 ml/m ³
CLASSE 2
Tempo di superamento della prova: 40 min
Concentrazione del gas: 3,5 mg/l
Concentrazione di rottura: 25 ml/m ³
CLASSE 3
Tempo di superamento della prova: 60 min
Concentrazione del gas: 7,0 mg/l
Concentrazione di rottura: 25 ml/m ³

Filtro NO

Ossidi di azoto

NO - NO₂

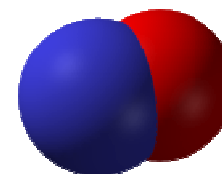
NO – MONOSSIDO DI AZOTO

Tempo di superamento della prova: 20 min

Concentrazione del gas: 3,1 mg/l

Concentrazione di rottura: 5 ml/m³

NO



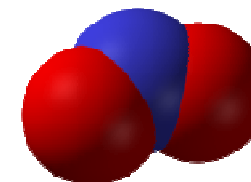
NO₂ – DIOSSIDO DI AZOTO

Tempo di superamento della prova: 20 min

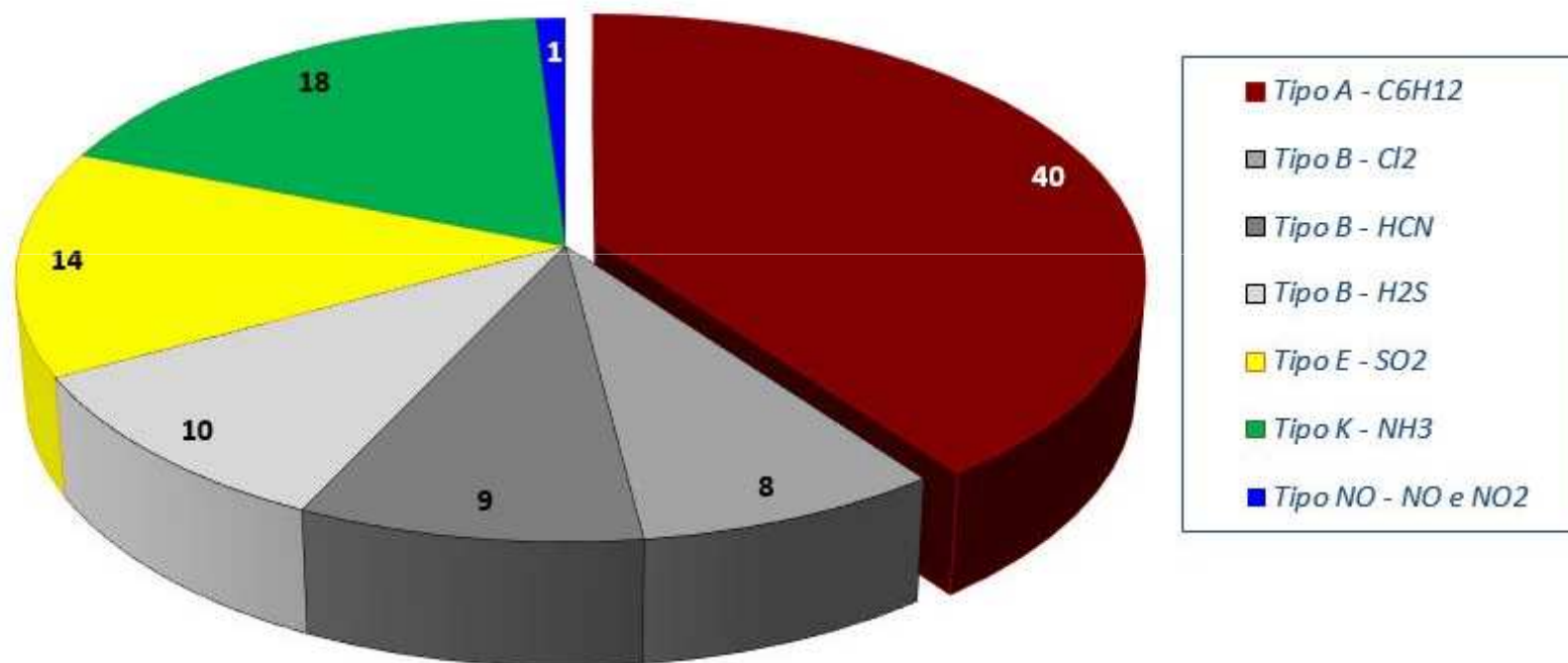
Concentrazione del gas: 13,3 mg/l

Concentrazione di rottura: 5 ml/m³

NO₂

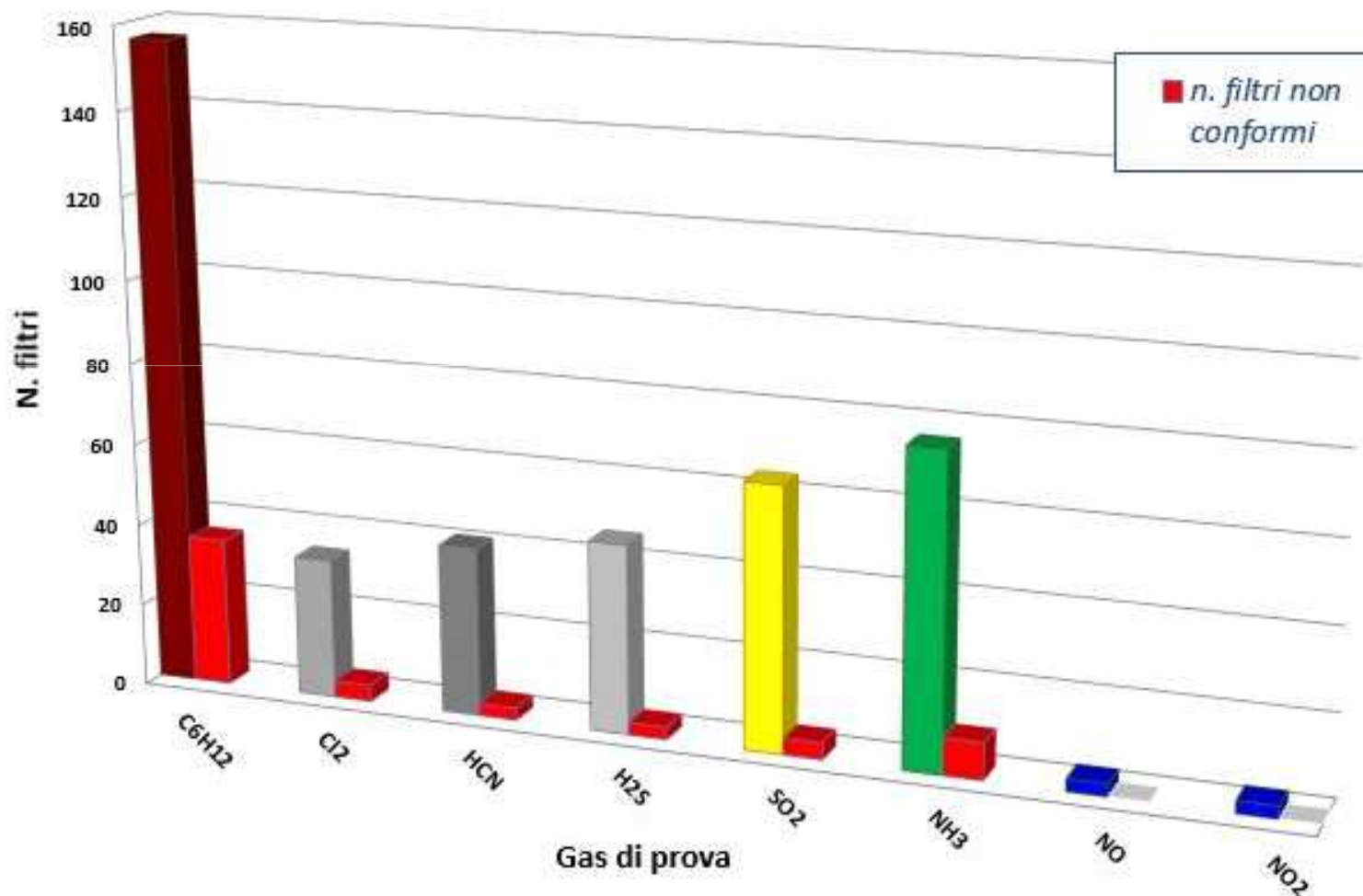


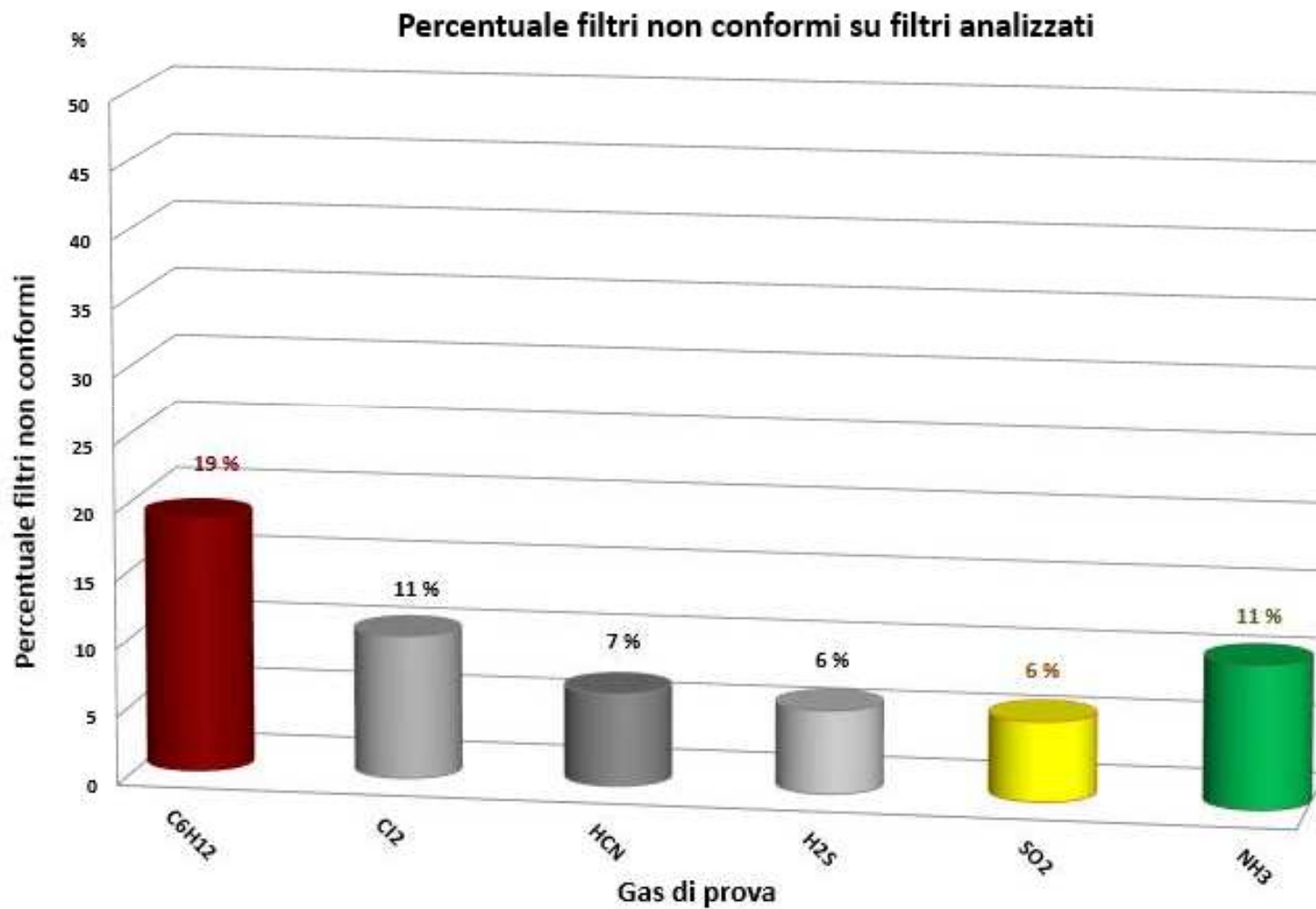
Circa 500 filtri testati nel periodo 2007-2014



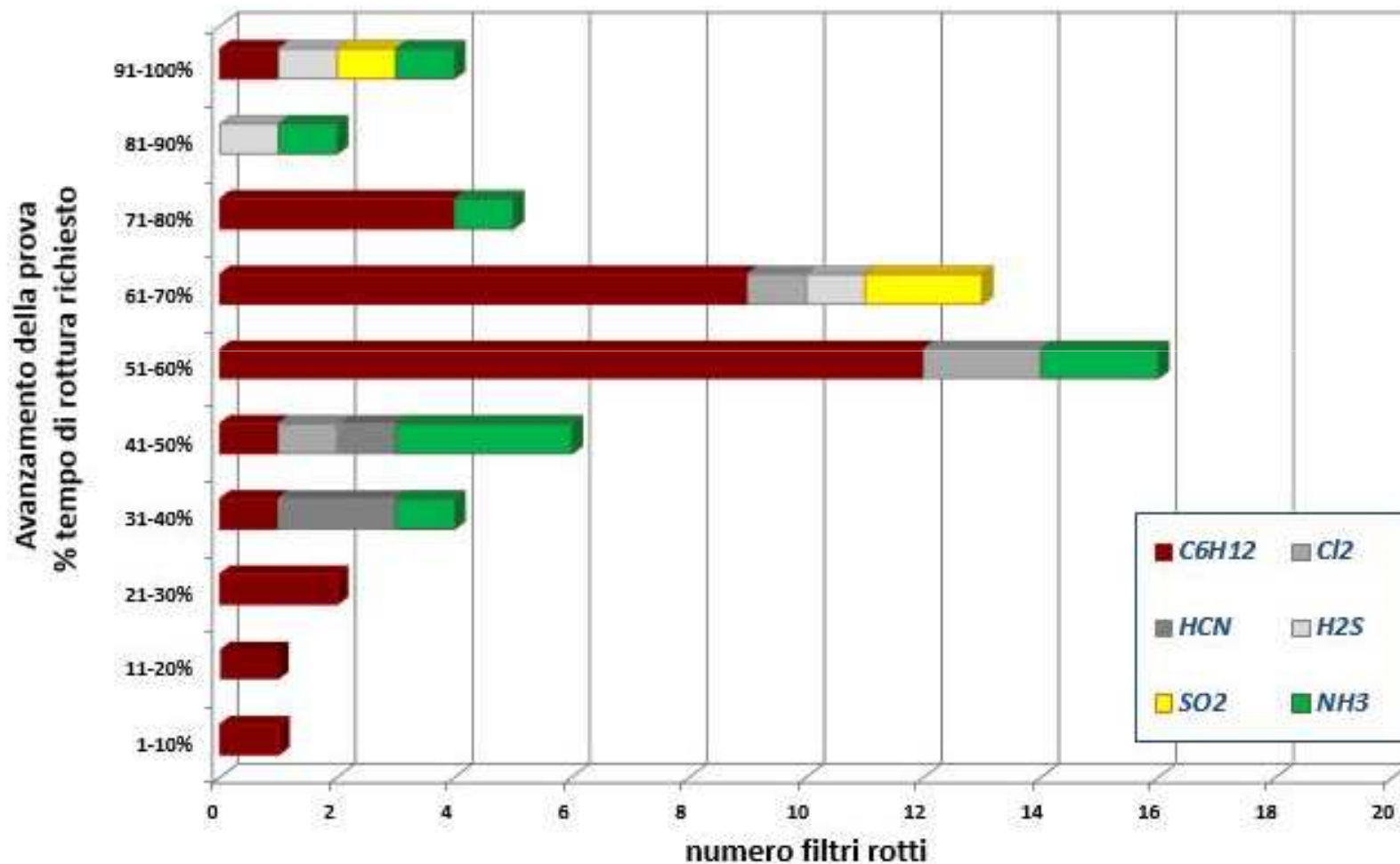
Percentuali di analisi effettuate per ciascun tipo di filtro/gas

Numero di filtri testati e di filtri non conformi

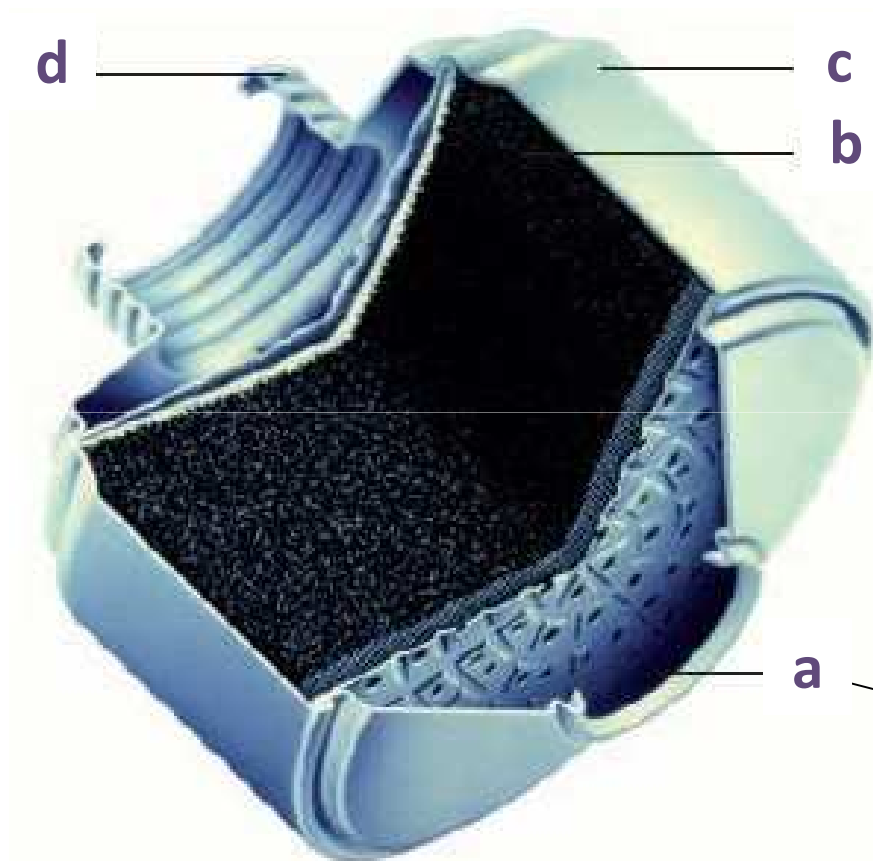




Filtri non conformi - analisi del tempo di rottura

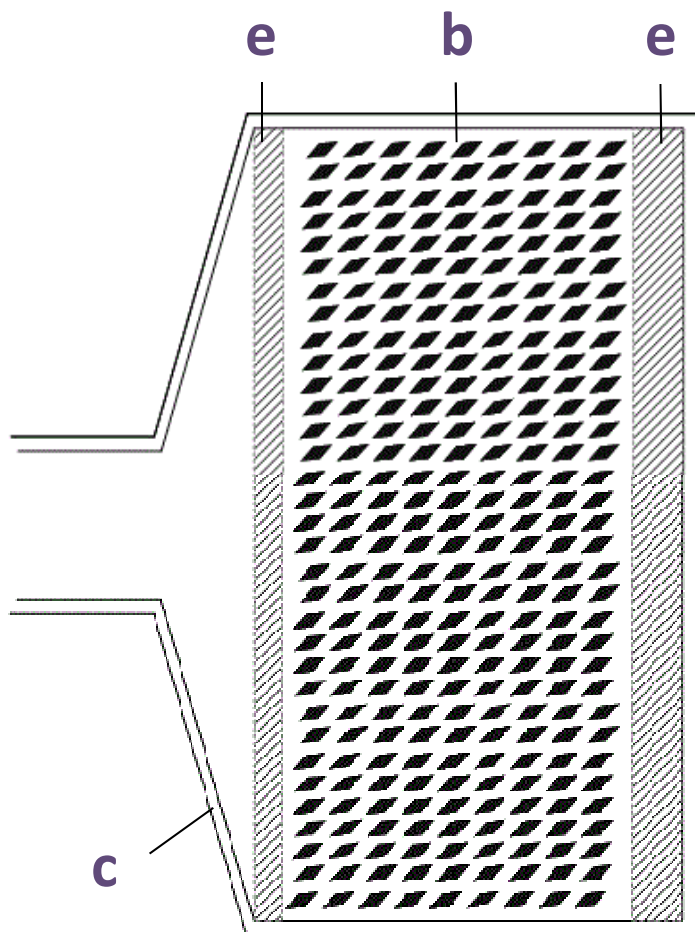


Sezione di un filtro antigas



- a. Ingresso aria
- b. Carboni attivi
- c. Custodia
- d. Connessione con la maschera





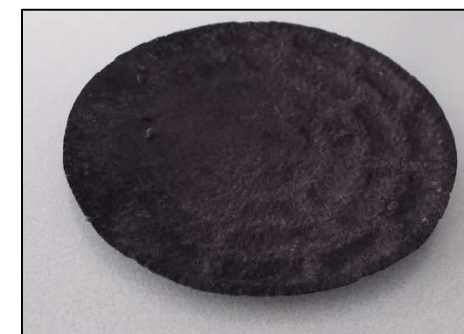
b. Carboni attivi



c. Custodia



e. Filtro antipolvere

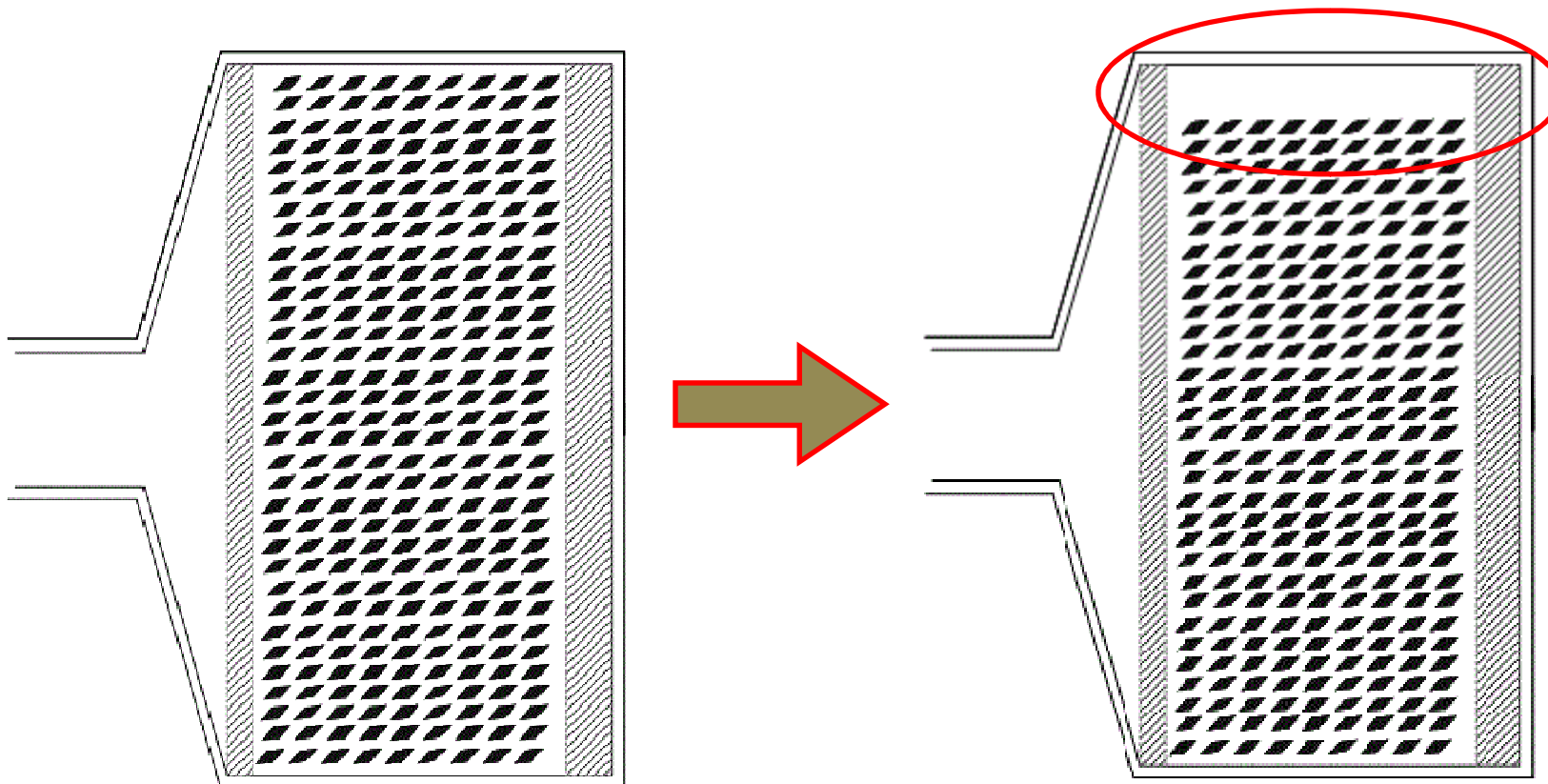


Problemi nella disposizione dei carboni attivi

- in fase di progettazione
- a seguito della prova di resistenza meccanica

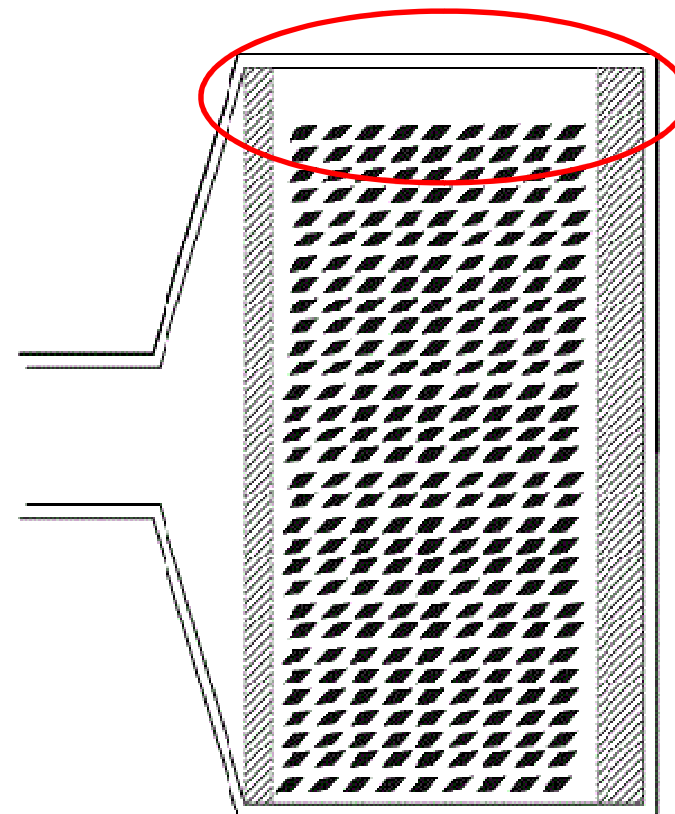
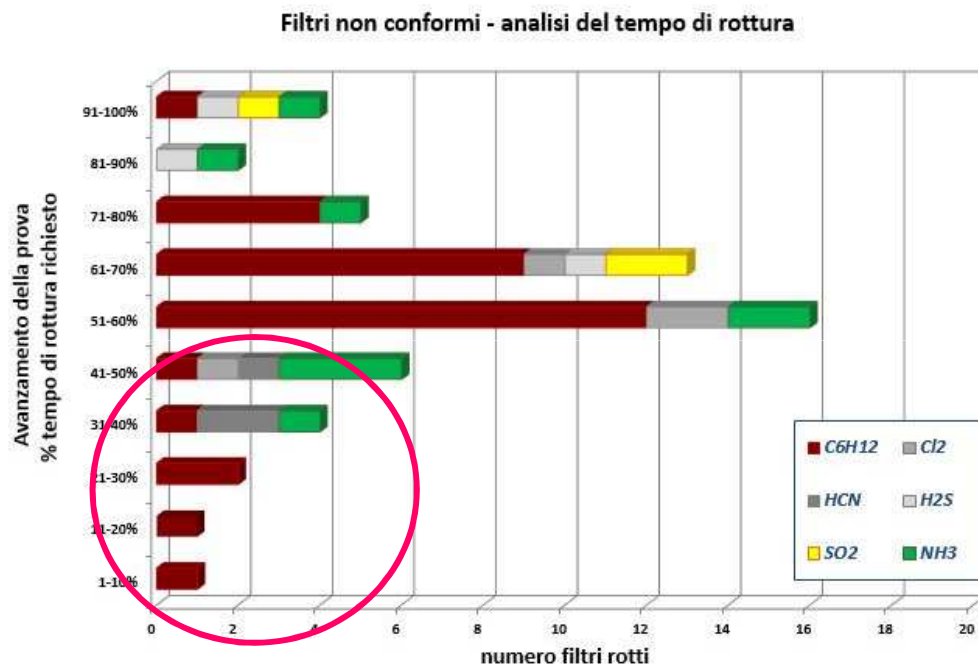


Rotture legate alla progettazione/realizzazione



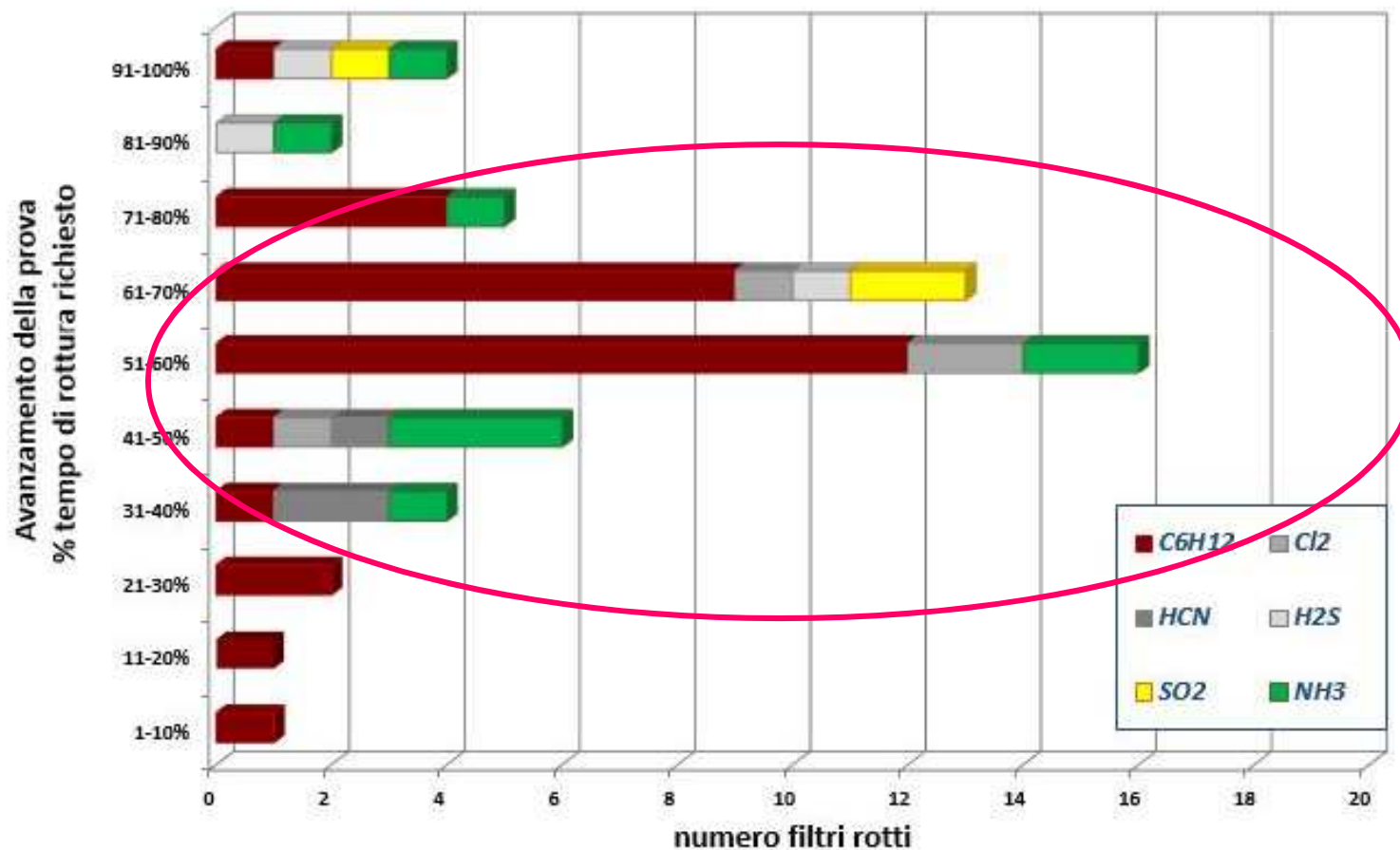
Quantità di carboni attivi

Rotture legate alla progettazione/realizzazione

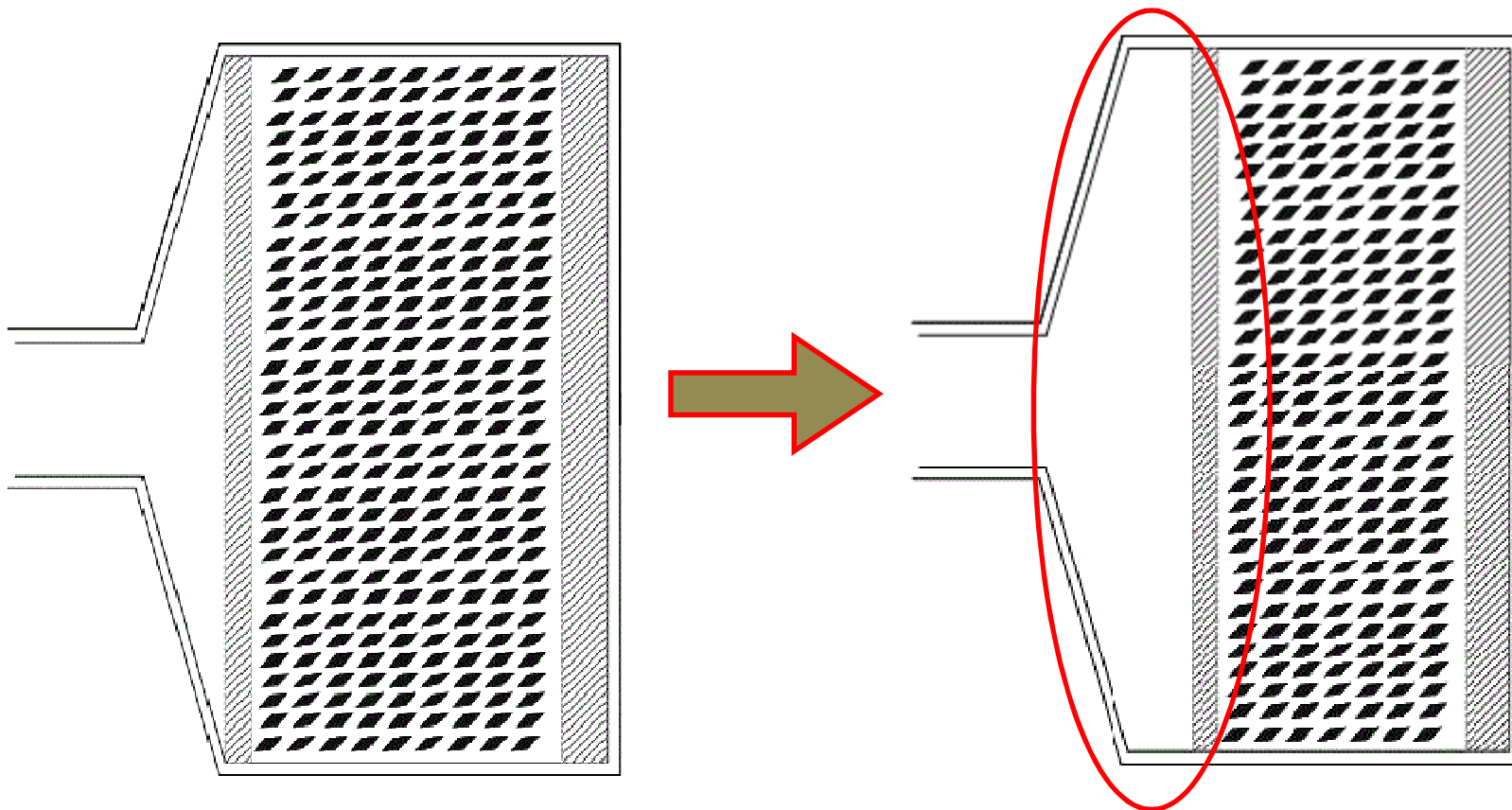


Quantità di carboni attivi

Filtri non conformi - analisi del tempo di rottura

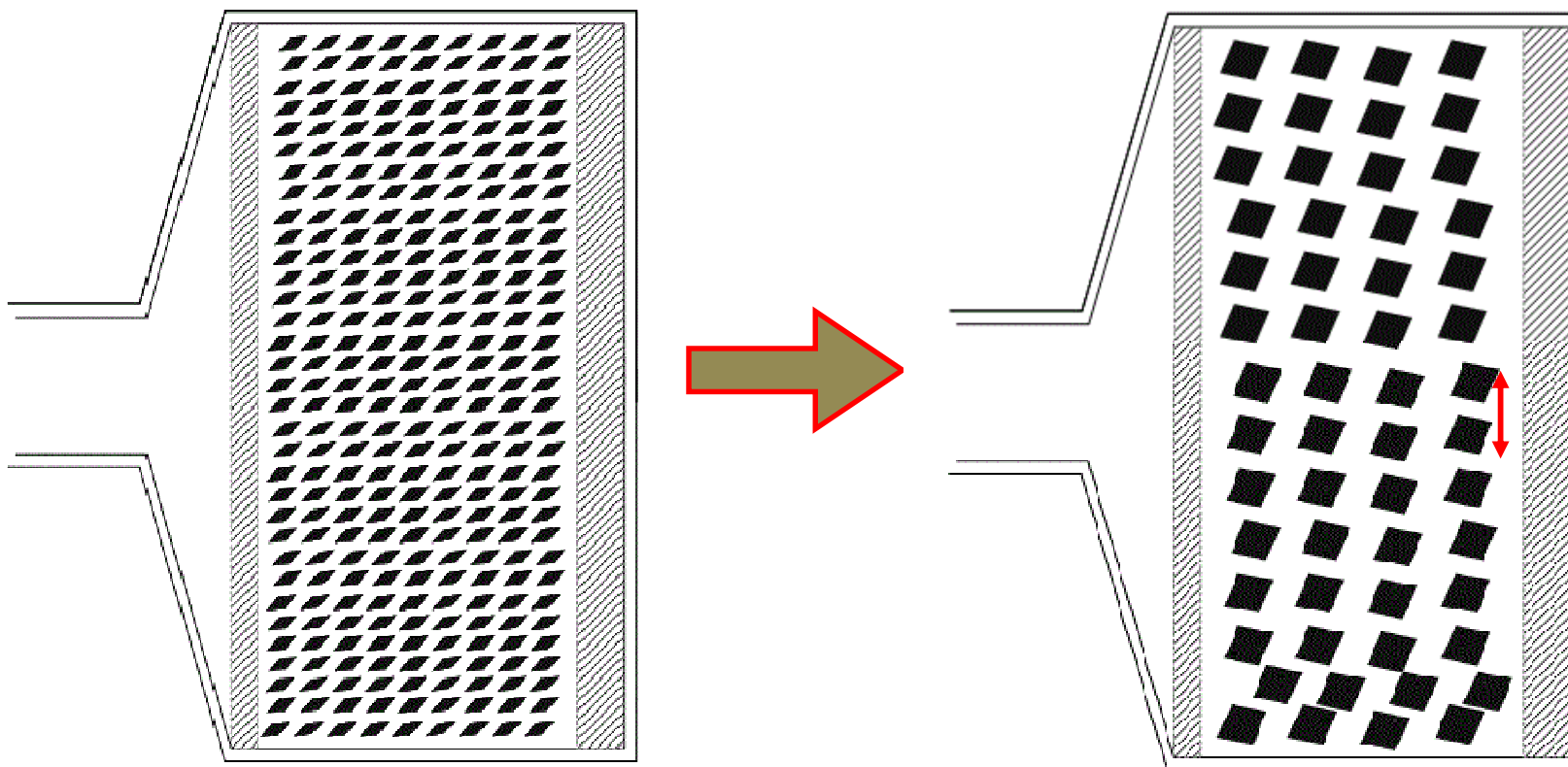


Rotture legate alla progettazione/realizzazione



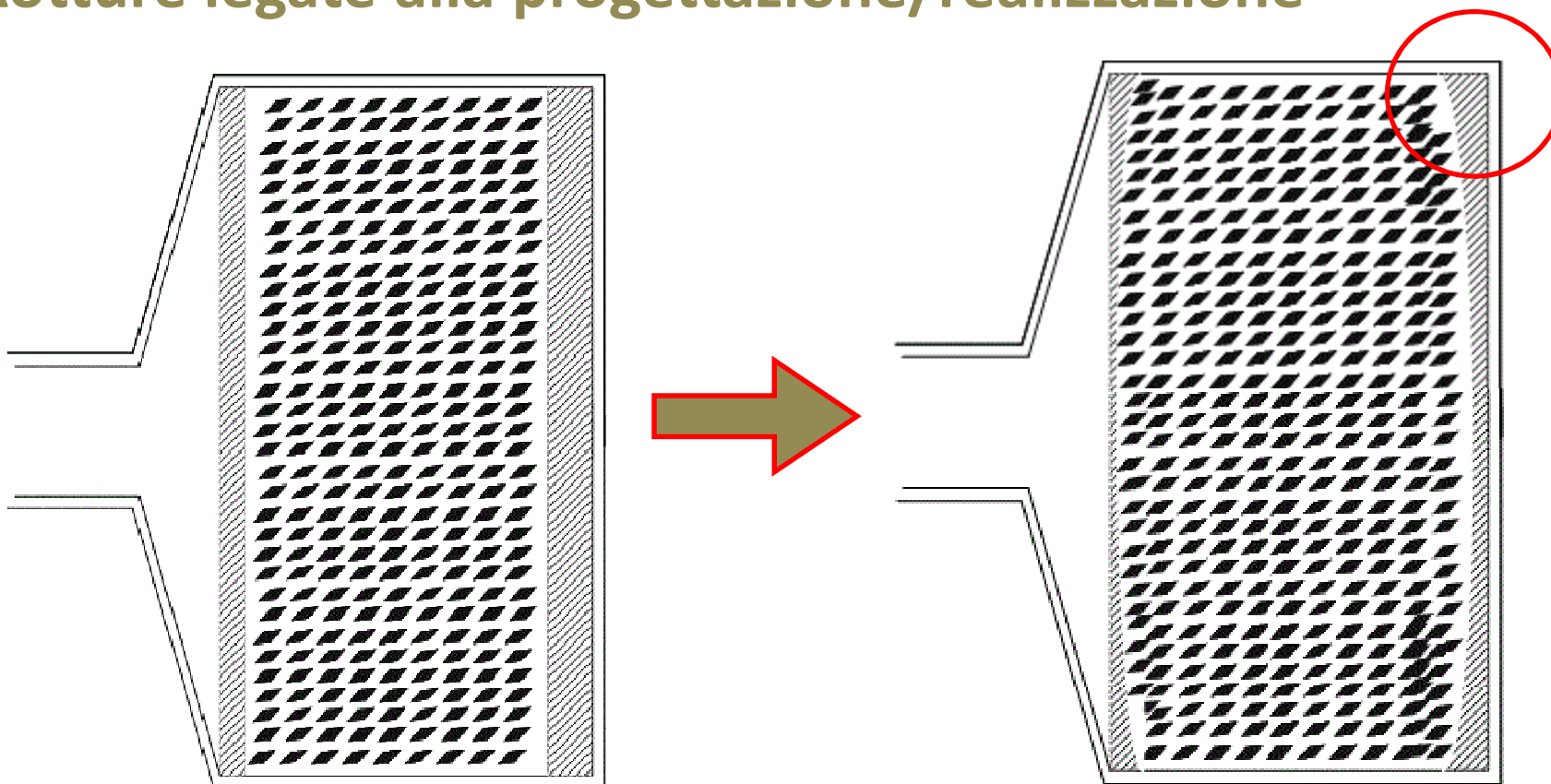
Dimensione del letto di carboni attivi

Rotture legate alla progettazione/realizzazione



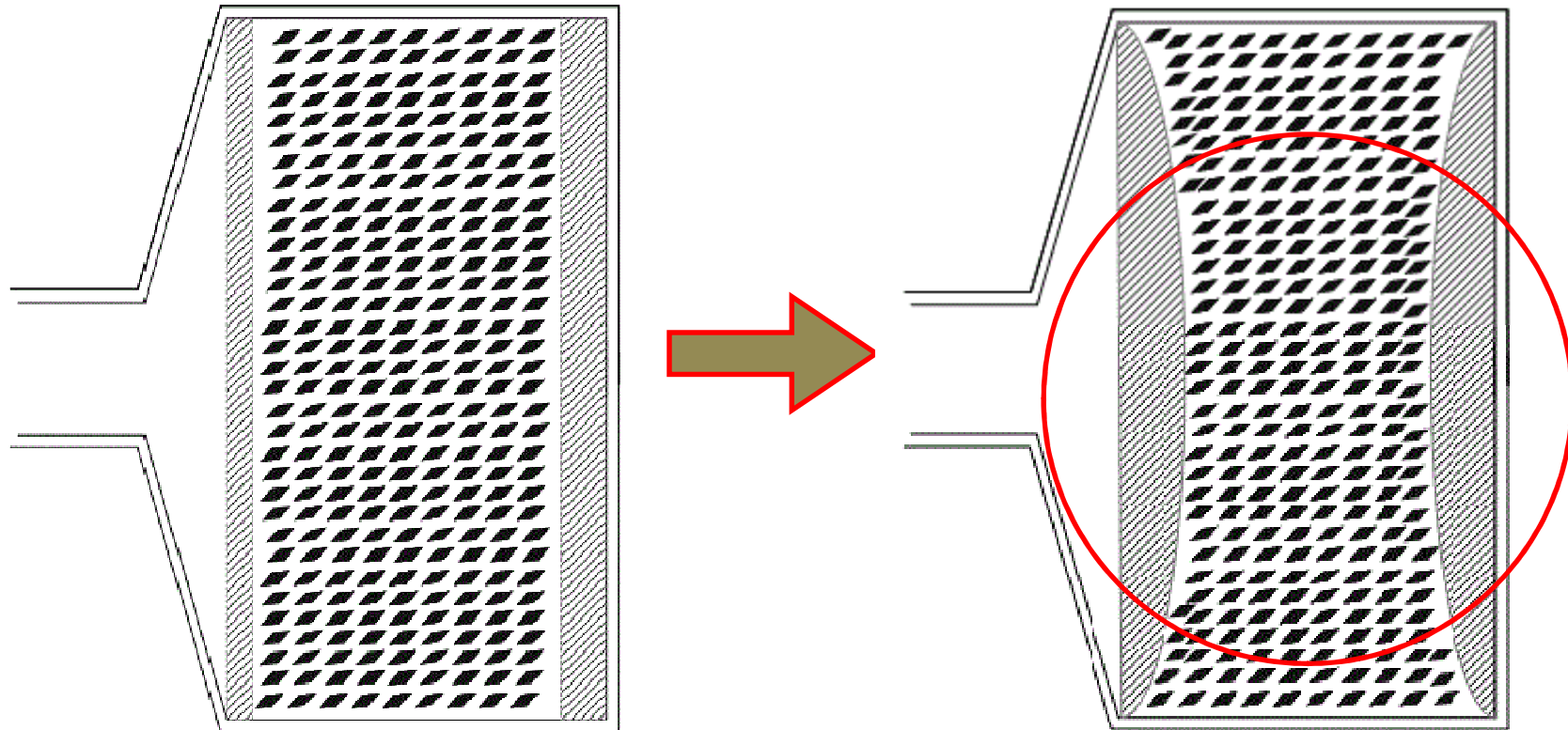
Granulometria dei carboni attivi ed interstizi tra i grani

Rotture legate alla progettazione/realizzazione



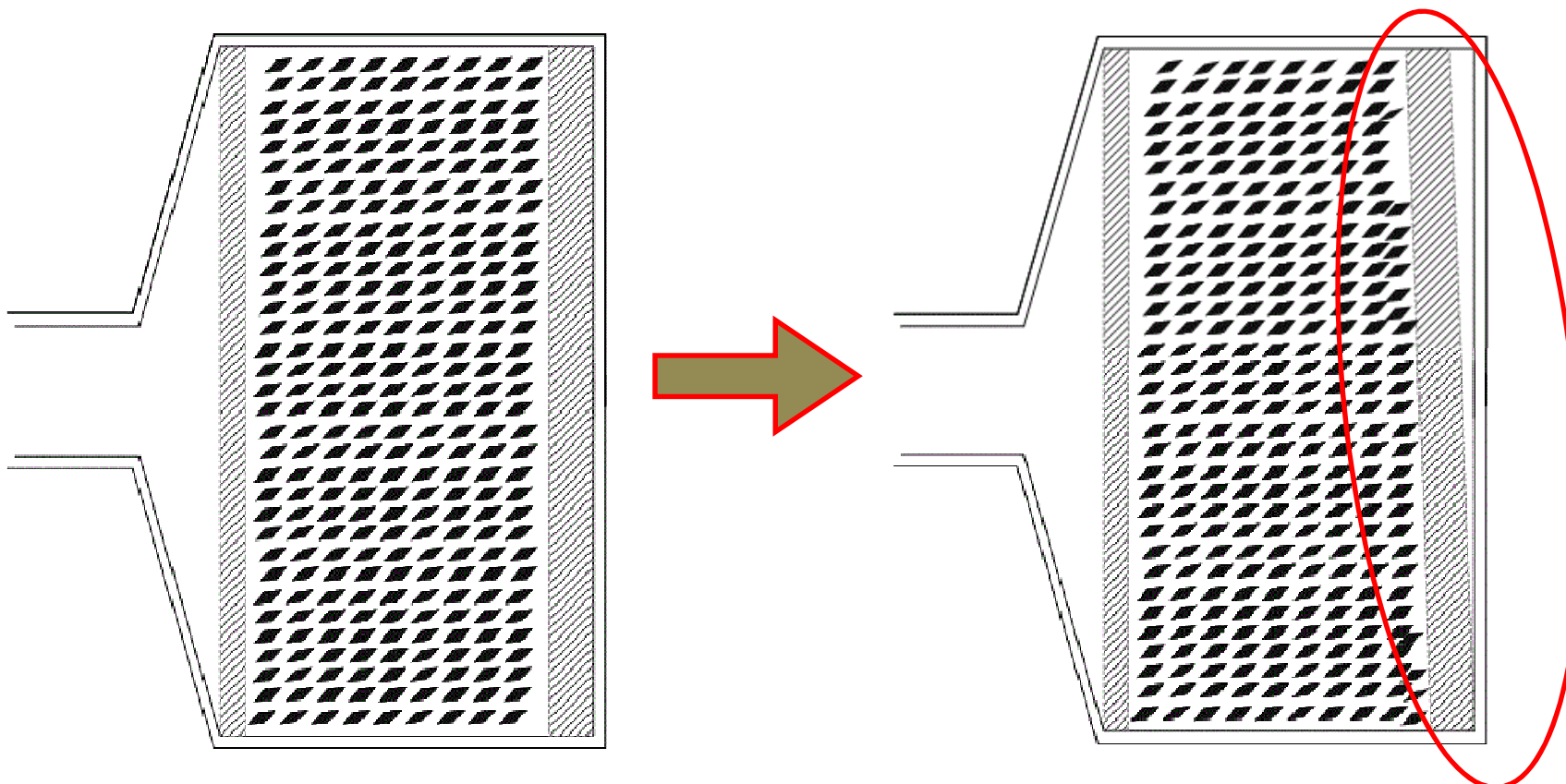
Deformazione dei setti porosi

Rotture legate alla progettazione/realizzazione



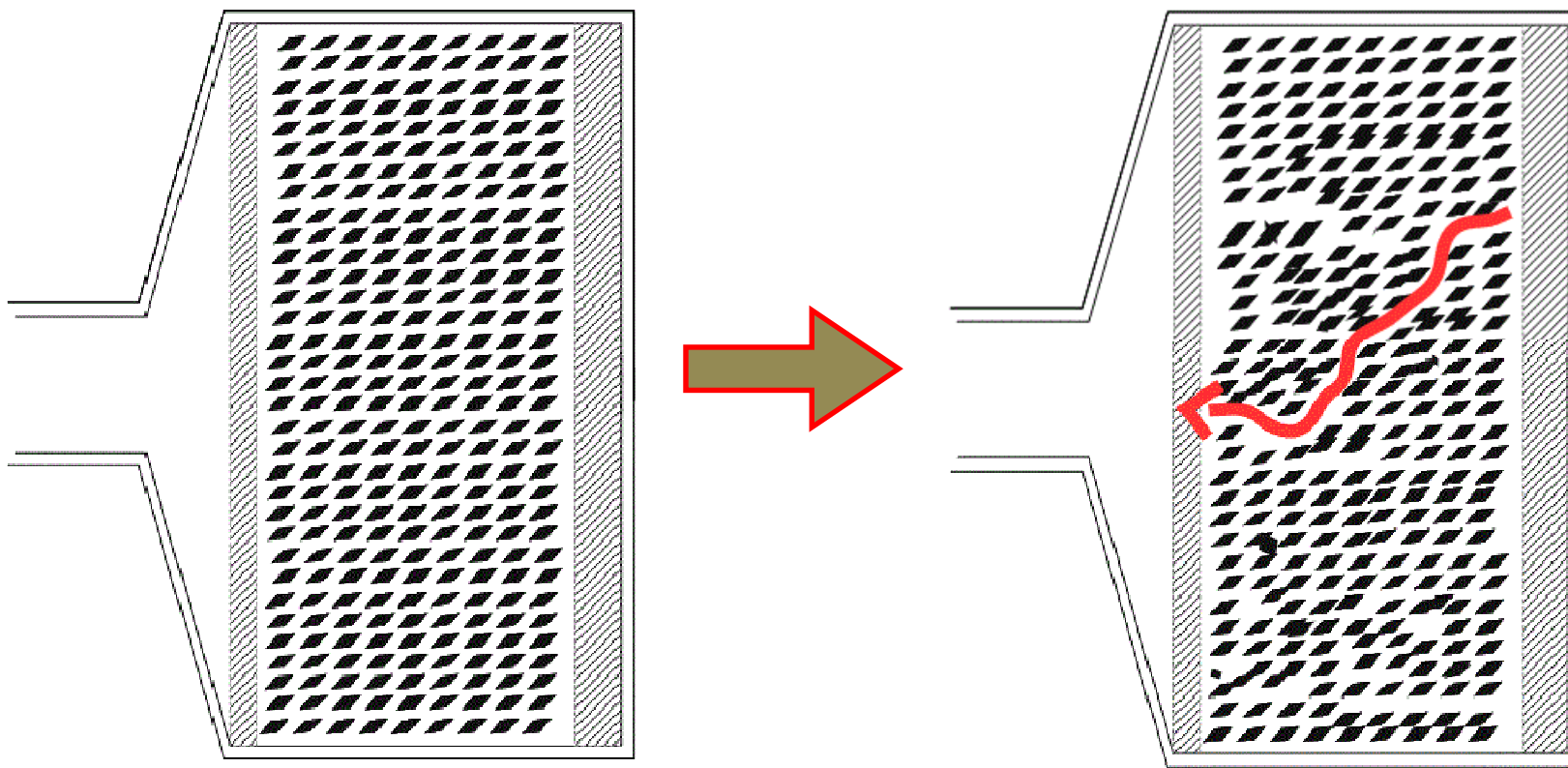
Detormazione dei setti porosi

Rotture legate alla progettazione/realizzazione



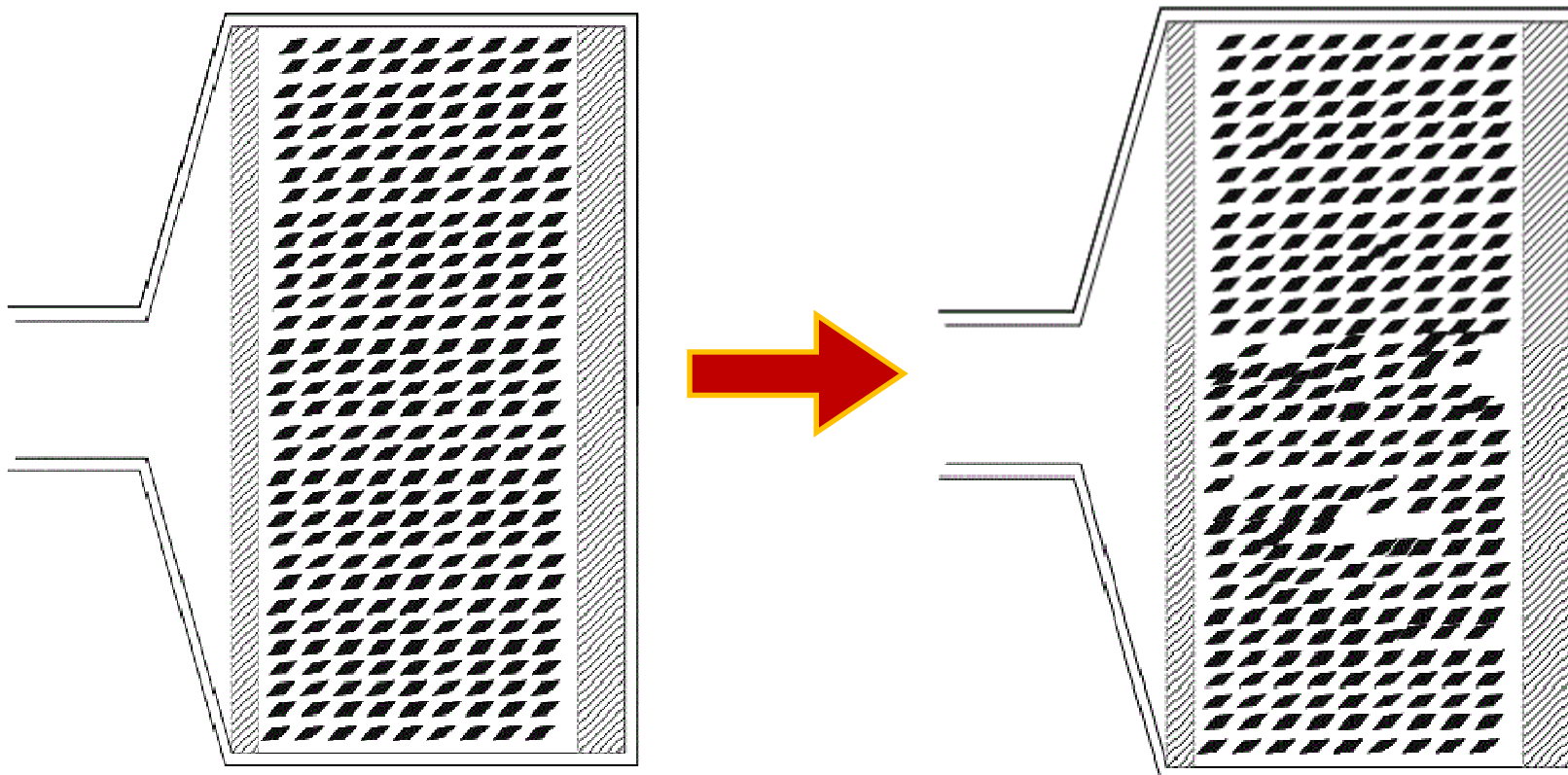
Deformazione dei setti porosi

Rotture legate alla progettazione/realizzazione

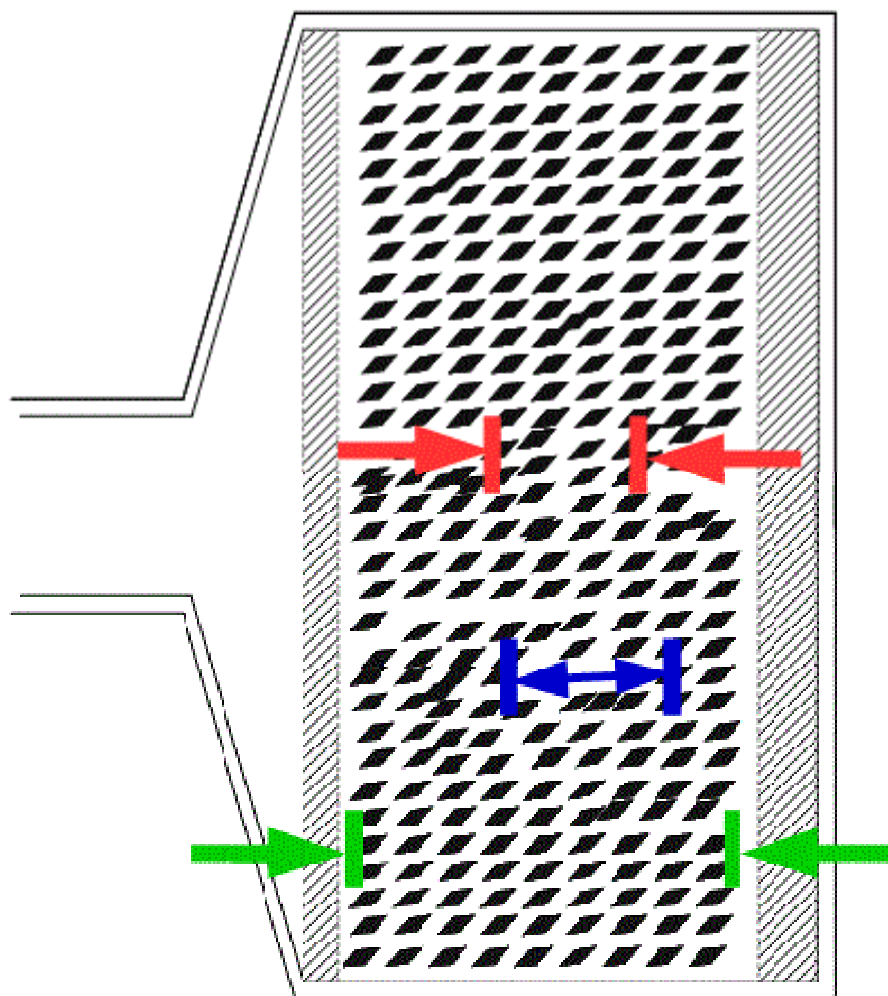


Stabilità dei carboni attivi
«difetti di riempimento» con conseguente «shortcut»

Rotture legate alla prova di resistenza meccanica



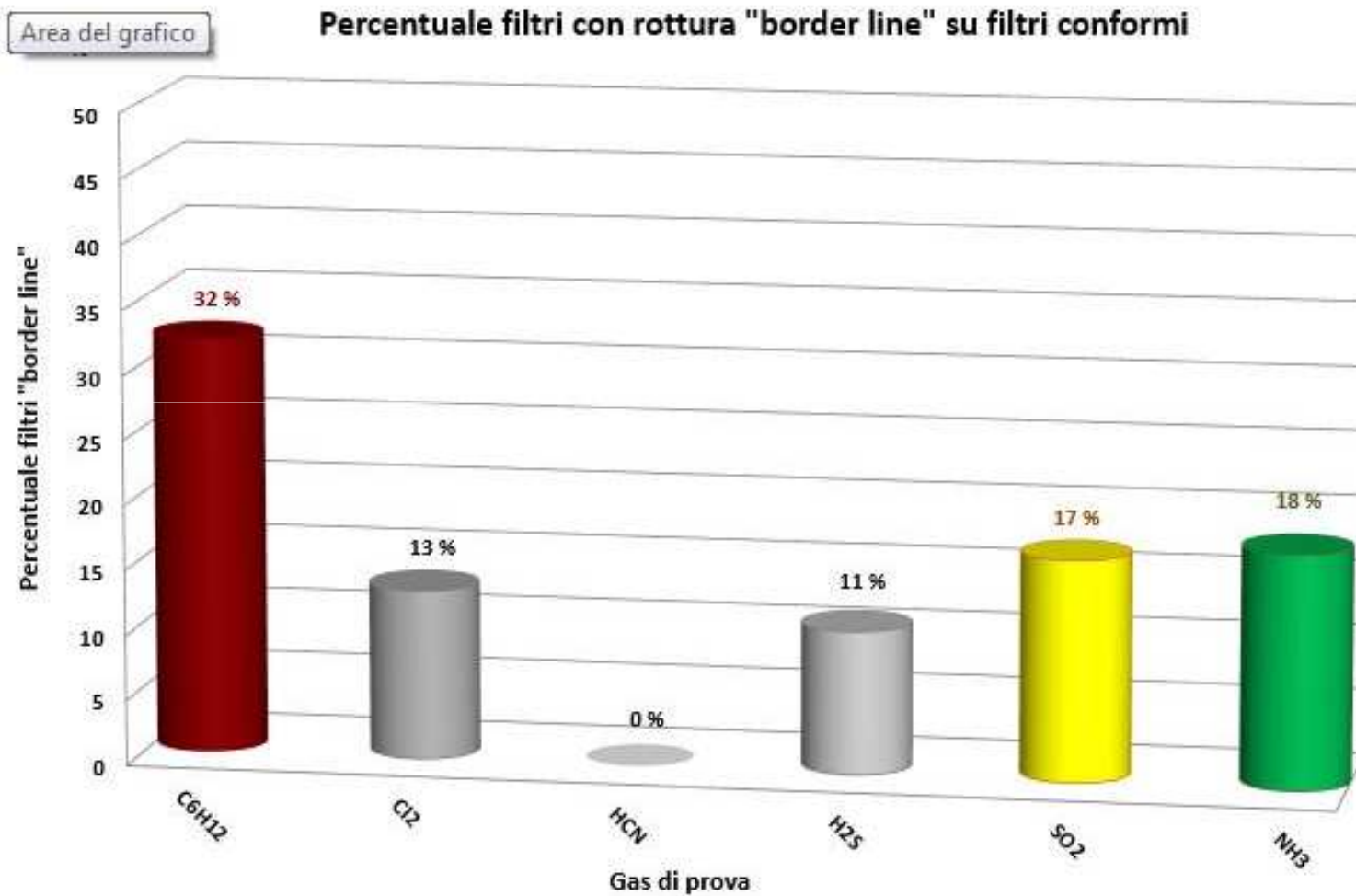
**Creazione di interstizi e diminuzione
dello spessore di carboni attivi**



Riduzione dello spessore teorico

Creazione di spazi vuoti

Spessore teorico dello strato di carboni attivi



- I Dispositivi di Protezione per le vie respiratorie sono fondamentali per la salute del lavoratore, sia nel breve che nel lungo termine (D.P.I. di III Categoria)
- La certificazione di tali dispositivi è effettuata da un Organismo Notificato per conto dell'Ente di Controllo
- Tra le diverse prove necessarie alla validazione dei filtri antigas ricopre un ruolo importante la prova di capacità di resistenza dei filtri ai gas, normata dalla **UNI EN 14387:2008**



- **Dai test effettuati è emerso un numero maggiore di filtri rotti per i filtri di classe A (19%), ovvero quelli utilizzati per gas e vapori organici con punto di ebollizione superiore a 65°C**
- **Le prove sugli altri filtri danno esito negativo con una percentuale media del 10%**
- **La maggior parte delle rotture avviene a metà del periodo di completamento della prova: questo può essere spiegato sia da difetti nella progettazione e realizzazione dei modelli che dallo spostamento dei carboni attivi all'interno del filtro durante la prova di resistenza meccanica**
- **Prolungando il tempo della prova di capacità, circa il 20% dei filtri non resiste prolungando l'esposizione per un ¼ del tempo di prova**

Considerando quindi quanto è emerso dalle analisi effettuate, risulta ancora più fondamentale il corretto utilizzo dei D.P.I. per le vie respiratorie secondo le norme fornite dai costruttori



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

LAVORO E AMBIENTE s.r.l.
GRUPPO LABORATORI PROTEX
Via Cartesio 30 - 47122 Forlì (FC)
Tel. 0543.724429

LABORATORI PROTEX S.p.A.
GRUPPO LABORATORI PROTEX
Via Fondo Ausa 40 – 47891 Dogana (RSM)
Tel. 0549.970100

www.protexgroup.com

Tommaso Chiocchini

Elenco fisici professionisti ANFeA, sezione A, settore
«Fisica della Terra, dell'ambiente e del territorio»

Dirigente Gestione Rischio Amianto
Tecnico Competente in Acustica Ambientale

Socio di ANFeA, AIDII, AIA

la-sercamp@protexgroup.com
Lavoro e Ambiente s.r.l. – Laboratori Protex S.p.A.
Gruppo Laboratori Protex