

**Formazione per gli utenti del
Laboratorio di Ateneo**

PoliFAB

Edificio 30, via G. Colombo 81, 20133 Milano

**Istruzioni per l'utilizzo
di prodotti chimici**

Descrizione generale

Nel laboratorio PoliFAB vengono utilizzati, con frequenza giornaliera, agenti chimici di varia natura a servizio delle lavorazioni effettuate. Scopo del presente documento è informare gli utenti dei rischi connessi all'utilizzo dei prodotti chimici e formarli al loro corretto utilizzo, tenendo conto dell'organizzazione degli spazi e delle istruzioni operative interne a PoliFAB. Di seguito riportiamo una tabella con l'elenco dei prodotti chimici più comunemente utilizzati in laboratorio con le frasi di rischio H ad essi associate (secondo il regolamento GHS) e la rispettiva descrizione del rischio relativo all'uso.

| Specie chimica | Rischio H | Frase H | Descrizione rischio |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------|--|
| Acetone | 225 - 319 - 336 - EUH066 | 225 | Liquido e vapori facilmente infiammabili |
| Isopropanolo | 225 - 319 - 336 | 226 | Liquido e vapori infiammabili |
| Acido fluoridrico (HF) | 300 - 310 - 314 - 330 - EUH071 | 271 | Può provocare un incendio o un'esplosione; molto comburente |
| Acido cloridrico | 280 - 314 - 331 | 272 | Può aggravare un incendio; comburente |
| Acido solforico | 314 - 290 | 280 | Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato |
| Acido fosforico | 314 - 290 | 290 | Può essere corrosivo per i metalli |
| Acido nitrico | 272 - 311 - 314 - 330 | 300 | Letale se ingerito |
| Fluoruro d'ammonio | 331 - 311 - 301 | 301 | Tossico se ingerito |
| Fluoruro d'ammonio + HF mix | H301 - H331 - H310 - H314 | 302 | Nocivo se ingerito |
| Idrossido di potassio | 314 - 302 - 290 | 310 | Letale per contatto con la pelle |
| AZ 100 remover | 290 - 314 | 311 | Tossico per contatto con la pelle |
| AZ 726 MIF | 290 - 302 - 312 - 314 - 371 - 373 | 312 | Nocivo per contatto con la pelle |
| AZ 1505 | 226 | 314 | Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari |
| AZ 5214E | 226 | 318 | Provoca gravi lesioni oculari |
| TI Prime | 226 | 319 | Provoca grave irritazione oculare |
| Ammonia solution | 314 - 335 - 336 - 400 | 330 | Letale se inalato |
| HMDS | 225 - 302 - 311 - 314 - 412 | 331 | Tossico se inalato |
| TMAH 25% | 301 - 311 - 314 | 332 | Nocivo se inalato |
| Ammonium hydroxide solution | 302 - 314 - 335 - 400 | 335 | Può irritare le vie respiratorie |
| 4-Metil-2-Pentanone | 225 - 319 - 332 - 335 | 336 | Può provocare sonnolenza o vertigini |
| Remover AR 300-70 (NEP) | 318 | 371 | Può provocare danni agli organi |
| AR-P 7400 | 226 - 302 - 312 - 319 | 373 | Può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta |
| AZ 400 K Developer | 290 - 314 | 400 | Molto tossico per gli organismi acquatici |
| Acqua ossigenata | 271 - 302 - 314 - 332 - 335 | 412 | Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata |
| Etanolo | 225 | EUH066 | L'esposizione ripetuta può provocare secchezza o screpolature della pelle |

L'utilizzo delle sopracitate sostanze e di qualunque altro agente chimico presente nel laboratorio dovrà essere effettuato da ogni operatore nel totale rispetto delle norme di sicurezza. E' pertanto obbligatorio l'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (DPI) ed è permesso l'impiego di sostanze chimiche solo sotto cappa aspirante. **Ogni operatore è tenuto a conoscere i rischi connessi con l'utilizzo delle sostanze chimiche e le procedure di primo intervento in caso di contatto diretto e indiretto o contaminazione da agenti chimici.** Inoltre è obbligatorio per ogni utente scegliere la dotazione di DPI più conforme alla sostanza in utilizzo. Ad esempio, nel caso

di acetone o isopropanolo, l'uso di occhiali e guanti in lattice, unitamente al camice da cleanroom sono da considerarsi sufficienti. Nel caso invece di HF, sarà obbligatorio indossare maschera protettiva per occhi e volto, guanti in neoprene e camice di protezione chimica. Sul sito di Polifab, nella pagina "Processes", visibile dopo login, sono scaricabili i Material Safety Datasheet (MSDS) delle sostanze presenti a Polifab. **Prima dell'utilizzo di una qualsiasi sostanza, è richiesta agli utenti la conoscenza della relativa scheda di sicurezza, al fine di operare in completa sicurezza e di poter gestire eventuali infortuni. Ogni utente che intende manipolare sostanze chimiche di qualsiasi natura nel laboratorio deve richiedere allo staff la formazione all'utilizzo delle cappe chimiche, analogamente a quanto si fa per ogni macchinario della cleanroom. Gli utenti che manipolano sostanze chimiche in maniera scorretta o che dimostrano una conoscenza insufficiente del relativo SDS verranno sospesi.** Gli operatori non possono autonomamente introdurre in laboratorio altre sostanze, senza prima averne comunicata l'intenzione al Capo Servizio di Polifab e aver ottenuto relativa autorizzazione scritta, previa valutazione dei rischi, verifica di compatibilità dei processi e integrazione del presente documento.

Nel laboratorio PoliFAB sono presenti 12 cappe aspiranti per la manipolazione di sostanze chimiche. Di seguito, la loro denominazione, collocazione nel laboratorio e principale destinazione in termini di agenti chimici impiegati.

| Denominazione | Collocazione | Utilizzo |
|---------------------------|----------------------|---|
| Cappa sviluppo | Yellow room | Solventi, developer (basi) |
| Cappa spinner e hotplates | Yellow room | Resist, solventi |
| Cappa singola fetta | Area wet | Acidi, basi |
| Cappa multipurpose | Area wet | Acidi, basi (destra), solventi (sinistra) |
| Cappa Lift-off | Area wet | Solventi |
| Cappa PDMS | Back-end | Solventi, PDMS |
| Cappa Spinner PDMS | Back-end | Solventi, PDMS, Polimide |
| Cappa magnetic | Magnetic thin films | Solventi, Soluzioni galvaniche |
| Cappa elettrodeposizioni | Deposition area | Soluzioni galvaniche |
| Cappa pulizia | Deposition area | Acidi, basi |
| Cappa sviluppo | Advanced Lithography | Developer (basi) |
| Cappa lift-off | Advanced Lithography | Solventi |

Le sostanze chimiche sono stoccate in 8 appositi armadi aspirati presenti nel laboratorio. Di seguito la loro collocazione e destinazione di utilizzo.

| Denominazione | Collocazione | Utilizzo |
|--------------------|----------------------|------------------------------------|
| Armadio acidi | Corridoio grigio | Acidi |
| Armadio solventi | Corridoio grigio | Solventi |
| Armadio basi | Corridoio grigio | Basi e altri reagenti |
| Armadio litografia | Camera gialla | Developer, stripper, solventi |
| Armadio misto | Area wet | Acidi, solventi (piccole quantità) |
| Armadio reflui | Corridoio grigio | Reflui misti |
| Armadio stock | Deposition area | Acidi, basi |
| Armadio litografia | Advanced Lithography | Developer, stripper, solventi |

Sono anche presenti due frigoriferi in camera gialla contenenti i resist da conservare al freddo ed un frigorifero in back-end per protective coating e sostanze non fotosensibili. Eventuali altri resist per litografia che non necessitano la conservazione in frigorifero possono essere stoccati nell'Armadio litografia in camera gialla. Prima di aprire una bottiglia di resist prelevata dal frigorifero è necessario attendere (almeno 10 minuti) che il contenuto torni a temperatura ambiente, in modo tale da limitare l'invecchiamento precoce del contenuto dovuto alla reazione con la condensa del vapor d'acqua.

Per ciascuna delle cappe e indipendentemente dal tipo di agente da utilizzare, durante la manipolazione di sostanze chimiche è obbligatorio utilizzare i DPI. La dotazione di DPI comprende: occhiali e maschere per la protezione di occhi e viso, guanti per la protezione delle mani (è disponibile in area wet una tabella per la resistenza dei diversi tipi di guanti alle sostanze di uso più comune) e camice a protezione chimica per il corpo. Nel laboratorio sono presenti 4 docce dotate di lavaocchi da utilizzare in caso di incidente. Queste sono posizionate in zona wet, a metà del corridoio grigio, in deposition area e in advanced lithography area.

Istruzioni operative

L'utilizzo di qualsiasi agente chimico è consentito esclusivamente sotto cappa aspirante. Prima di utilizzare una cappa chimica è obbligatorio verificare che la stessa sia accesa (la luce sotto cappa è accesa) e, ove previsto, non in allarme (semaforo verde). Un eventuale malfunzionamento dell'impianto di aspirazione provoca lo spegnimento delle cappe o la presenza di allarme visivo (semaforo rosso) e acustico. In caso di cappa spenta o in allarme, per nessun motivo è consentito l'utilizzo delle cappe. E' altresì obbligatorio il controllo visivo da parte dell'operatore dell'indicatore di pressione differenziale Magnehelic (ove presente), che deve segnare una depressione di almeno 10 mm di H₂O rispetto all'esterno. Se ciò non fosse, la cappa non può essere utilizzata e l'operatore è tenuto a comunicare rapidamente il guasto al Personale. **L'utente deve inoltre verificare che il piano d'appoggio della cappa sia pulito, che non siano presenti sotto cappa sostanze chimiche o strumentazioni pericolose per la lavorazione da effettuare.**

Sulle visive di chiusura delle cappe è chiaramente indicata con "Maximum Operating Level" la massima apertura consentita per ogni cappa al fine di mantenere la corretta velocità frontale di aspirazione; durante le operazioni è vietato aprire la visiva più di quanto indicato. Infine, prima di lavorare sotto cappa, è obbligatorio indossare i DPI necessari (guanti, occhiali, maschera, camice). Riassumendo, prima di utilizzare una cappa è obbligatorio: controllare che la cappa sia accesa (luce sotto cappa accesa), controllare che la cappa sia sotto aspirazione (assenza luce rossa/indicatore di pressione differenziale), verificare che il piano di lavoro sia pulito e in ordine, alzare la visiva al massimo fino al livello indicato e indossare i necessari DPI.

Per l'utilizzo delle cappe, si definiscono due modalità di operazione, data la natura delle stesse e le tipiche necessità degli utenti. La prima prevede l'uso dei vasconi (bagni) di reazione per fetta singola o cassetta (25 wafer), mentre la seconda prevede l'utilizzo di contenitori (becher/piatto di Petri) per lavorazione di pezzi piccoli/wafer singoli che necessitano di minori volumi. Nel primo caso, l'operatore dovrà informare il Personale di PoliFAB che eseguirà la procedura di riempimento e scarico dei bagni di reazione. Gli utenti non sono autorizzati a caricare/scaricare i bagni di reazione. Nel caso di utilizzo di becher invece, ogni utente ha la responsabilità del proprio lavoro e può operare in autonomia. **Un'unica eccezione è costituita dall'utilizzo di HF per il quale si richiede la presenza di un'altra persona vicino all'operatore, data la grande pericolosità del reagente.**

Al termine dell'utilizzo delle cappe, l'utente dovrà lasciare in stato di perfetto ordine e pulizia la cappa. E' vietato lasciare sotto cappa contenitori di agenti chimici di qualsiasi natura, con l'unica eccezione rappresentata dalle spruzzette contenenti solventi di comune utilizzo (ad esempio acetone e isopropanolo) che possono essere lasciate sul piano di lavoro, ma sempre sotto cappa aspirata, data la natura infiammabile delle sostanze contenute. Pertanto, i reagenti devono essere riposti nell'armadio di stoccaggio dopo il loro utilizzo. Nel caso si debba allontanare dalla cappa in utilizzo anche solo per pochi minuti, è necessario coprire adeguatamente il contenitore con le sostanze chimiche e lasciare accanto al proprio becher/Petri un messaggio con le seguenti informazioni: Nome e Cognome dell'utente, nome del/i reagente/i e l'orario in cui si è lasciato lo

stesso incustodito. Infine, l'utente dovrà chiudere completamente la visiva della cappa dopo aver concluso il proprio lavoro e scaricare le vasche di risciacquo eventualmente utilizzate.

A fine lavoro, i reflui devono essere raccolti in appositi contenitori messi a disposizione dal Personale e stoccati nell'Armadio reflui posizionato nel corridoio grigio vicino all'uscita di emergenza o negli armadi di zona Wet e Gialla. La raccolta dei reflui deve essere eseguita differenziando tra reagenti di natura affine, evitando di mischiare sostanze non compatibili (ad esempio solventi con acidi). A tal fine, è presente un semplice codice colore per distinguere le bottiglie di reflui: nero per gli organici (non alogenati); VERDE per le basi; ARANCIONE per gli acidi. Per questi ultimi è presente anche un sistema automatizzato per la gestione dei reflui del cui mantenimento si occupa il personale di Staff. **Nel caso si debba smaltire soluzione Piranha o altre soluzioni in grado di sviluppare gas è necessario: attendere almeno 4 ore prima di effettuare lo smaltimento e diluire la soluzione versando la stessa in un volume di acqua almeno pari a quello da smaltire.** Sono a disposizione degli utenti delle tabelle con le istruzioni di smaltimento delle sostanze più utilizzate in cleanroom. Se il prodotto chimico da smaltire non rientra nelle tre categorie di cui sopra, consultare il personale. Le cappe sono infine dotate di vasche di risciacquo ad acqua deionizzata. Queste vasche devono essere usate solo per il risciacquo e possono essere scaricate con apposito comando da tutti gli utenti. Lo scarico va in fognatura ed è quindi vietato smaltire reagenti chimici direttamente in queste vasche.

Gestione delle emergenze

In caso di incidenti durante le lavorazioni l'operatore deve agire nella più totale sicurezza per se stesso e per i colleghi presenti nel laboratorio. Anche in caso di incidenti senza danno a persone (versamento di sostanze, emissione incontrollata di vapori, etc...) è fatto obbligo all'operatore di dare tempestiva e circostanziata segnalazione dell'accaduto al Personale del laboratorio. L'operatore è anche obbligatoriamente tenuto ad informare il Personale del laboratorio di situazioni o comportamenti che ritenesse pregiudizievoli della sicurezza della camera bianca stessa o contrari alle prescrizioni contenute in questo documento.

In caso di versamento di sostanze, ove l'agente chimico non fosse pericoloso per gli operatori e il versamento di lieve entità, provvedere ad asciugare il liquido con i panni presenti in dotazione ad ogni cappa, smaltendoli nei cestini posti a servizio dell'area in questione. Quindi comunicare tempestivamente l'evento al Personale. Qualora si trattasse di sostanze nocive o di versamenti di grandi quantità, assicurarsi di poter lasciare la postazione di lavoro in sicurezza e chiamare a voce o per telefono il Personale del laboratorio. In caso di versamento di grandi quantità o di versamento fuori cappa è possibile utilizzare gli appositi kit anti-sversamento contenenti panni assorbenti per prodotti chimici presenti vicino alle cappe; per HF è disponibile uno specifico prodotto ("chemisorb") neutralizzante con indicatore di acidità.

Nel caso di emergenza sanitaria, definita come qualsiasi situazione in cui uno o più operatori mostrano problemi di salute anche lievi, è necessario valutare la pericolosità dell'evento che ha causato l'emergenza. Solo dopo aver verificato la non ulteriore pericolosità dell'evento per il soccorritore sarà possibile provvedere ad aiutare direttamente il/gli infortunato/i. Contemporaneamente è necessario informare a voce o telefonicamente il Personale. Nel caso in cui questo non sia possibile e si valuti l'evento come potenzialmente pericoloso per altri utenti è necessario attivare l'allarme incendio tramite gli appositi pulsanti. In caso di emergenza sanitaria, definita come possibile pericolo di vita, qualunque utente può chiamare il 112. Successivamente è necessario avvertire il personale di staff del laboratorio.

In caso di incendio, attivare il pulsante di allarme incendio e segnalare l'evento al Personale. Qualora si sentisse un allarme incendio, prepararsi immediatamente all'evacuazione tramite le

porte d'emergenza accessibili più vicine. Quindi dirigersi al punto di raccolta situato in cortile, in corrispondenza con il cancello verso via Pascoli. Qualora fosse più conveniente, è possibile utilizzare l'uscita di emergenza presente sulle scale di accesso al seminterrato dal piano uffici.

Esempi di incidenti

Di seguito si riportano due immagini dove si vede l'effetto di ustioni provocate rispettivamente da acido fluoridrico (a sinistra) e acido solforico (a destra).



Si ricorda che una crema a base di calcio gluconato è tenuta nell'armadio trasparente della zona Wet ed è particolarmente indicata per combattere l'esposizione cutanea all'HF.

Allegati

Si allegano al presente documento: una tabella indicante, in funzione del tipo di prodotto chimico, la resistenza dei diversi tipi (materiali) di guanti e un elenco dei prodotti chimici più normalmente utilizzati con l'indicazione della famiglia di reagenti di appartenenza e il rispettivo codice colore.