



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO
Y ECONOMÍA SOCIAL

insst
Instituto Nacional de
Seguridad y Salud en el Trabajo

DIISOCIANATOS: Estrategias y medidas de control



WEBINARIO

ISOCIANATOS: EVALUACIÓN Y CONTROL
Madrid, 13 de junio de 2023

Alberto Vicente
alberto.vicente@insst.mites.gob.es



Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo - Año 2022





“Artículo 5. Medidas específicas de prevención y protección.

1. El presente artículo será aplicable cuando la evaluación de los riesgos ponga de manifiesto la necesidad de tomar las medidas específicas de prevención y protección contempladas en el mismo, teniendo en cuenta los criterios establecidos en los apartados 3 y 4 del artículo 3 del presente Real Decreto.

2. El empresario garantizará la eliminación o reducción al mínimo del riesgo que entrañe un agente químico peligroso para la salud y seguridad de los trabajadores durante el trabajo. Para ello, el empresario deberá, preferentemente, evitar el uso de dicho agente sustituyéndolo por otro o por un proceso químico que, con arreglo a sus condiciones de uso, no sea peligroso o lo sea en menor grado.

Cuando la naturaleza de la actividad no permita la eliminación del riesgo por sustitución, el empresario garantizará la reducción al mínimo de dicho riesgo aplicando medidas de prevención y protección que sean coherentes con la evaluación de los riesgos. Dichas medidas incluirán, por orden de prioridad:

a) La concepción y la utilización de procedimientos de trabajo, controles técnicos, equipos y materiales que permitan, aislando al agente en la medida de lo posible, evitar o reducir al mínimo cualquier escape o difusión al ambiente o cualquier contacto directo con el trabajador que pueda suponer un peligro para la salud y seguridad de éste.

b) Medidas de ventilación u otras medidas de protección colectiva, aplicadas preferentemente en el origen del riesgo, y medidas adecuadas de organización del trabajo.

c) Medidas de protección individual, acordes con lo dispuesto en la normativa sobre utilización de equipos de protección individual, cuando las medidas anteriores sean insuficientes y la exposición o contacto con el agente no pueda evitarse por otros medios.



3. Sin perjuicio de lo establecido en el apartado anterior, el empresario deberá adoptar, en particular, las medidas técnicas y organizativas necesarias para proteger a los trabajadores frente a los riesgos derivados, en su caso, de la presencia en el lugar de trabajo de agentes que puedan dar lugar a incendios, explosiones u otras reacciones químicas peligrosas debido a su carácter inflamable, a su inestabilidad química, a su reactividad frente a otras sustancias presentes en el lugar de trabajo, o a cualquier otra de sus propiedades fisicoquímicas.

Estas medidas deberán ser adecuadas a la naturaleza y condiciones de la operación, incluidos el almacenamiento, la manipulación y el transporte de los agentes químicos en el lugar de trabajo y, en su caso, la separación de los agentes químicos incompatibles. En particular, el empresario adoptará, por orden de prioridad, medidas para:

- a) Impedir la presencia en el lugar de trabajo de concentraciones peligrosas de sustancias inflamables o de cantidades peligrosas de sustancias químicamente inestables o incompatibles con otras también presentes en el lugar de trabajo cuando la naturaleza del trabajo lo permita.
- b) Cuando la naturaleza del trabajo no permita la adopción de la medida prevista en el apartado anterior, evitar las fuentes de ignición que pudieran producir incendios o explosiones o condiciones adversas que pudieran activar la descomposición de sustancias químicamente inestables o mezclas de sustancias químicamente incompatibles.
- c) Paliar los efectos nocivos para la salud y la seguridad de los trabajadores originados en caso de incendio, explosión u otra reacción exotérmica peligrosa.

En todo caso, los equipos de trabajo y los sistemas de protección empleados deberán cumplir los requisitos de seguridad y salud establecidos por la normativa que regule su concepción, fabricación y suministro.

4. En el caso particular de la prevención de las explosiones, las medidas adoptadas deberán:

- a) Tener en cuenta y ser compatibles con la clasificación en categorías de los grupos de aparatos que figura en el anexo I del Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- b) Ofrecer un control suficiente de las instalaciones, equipos y maquinaria, o utilizar equipos para la supresión de las explosiones o dispositivos de alivio frente a sobrepresiones.”



ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE CONTROL

- SUSTITUCIÓN
- CONTROLES TÉCNICOS
- MEDIDAS ORGANIZATIVAS
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)



ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE CONTROL

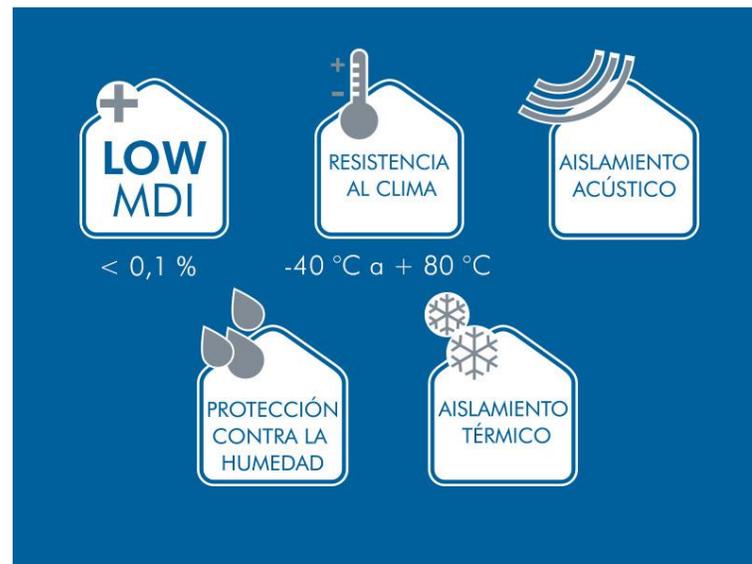
- SUSTITUCIÓN



La solución a priori para eliminar o reducir la exposición consiste en sustituir los isocianatos por otras sustancias.

Habrà que consultar la ficha de datos de seguridad para sustancias o mezclas químicas que se utilizan en el trabajo.

Cuando sea posible, elija sustancias o mezclas que no contengan isocianatos.



Fuente: ISO CHEMIE



ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE CONTROL

- SUSTITUCIÓN
- CONTROLES TÉCNICOS

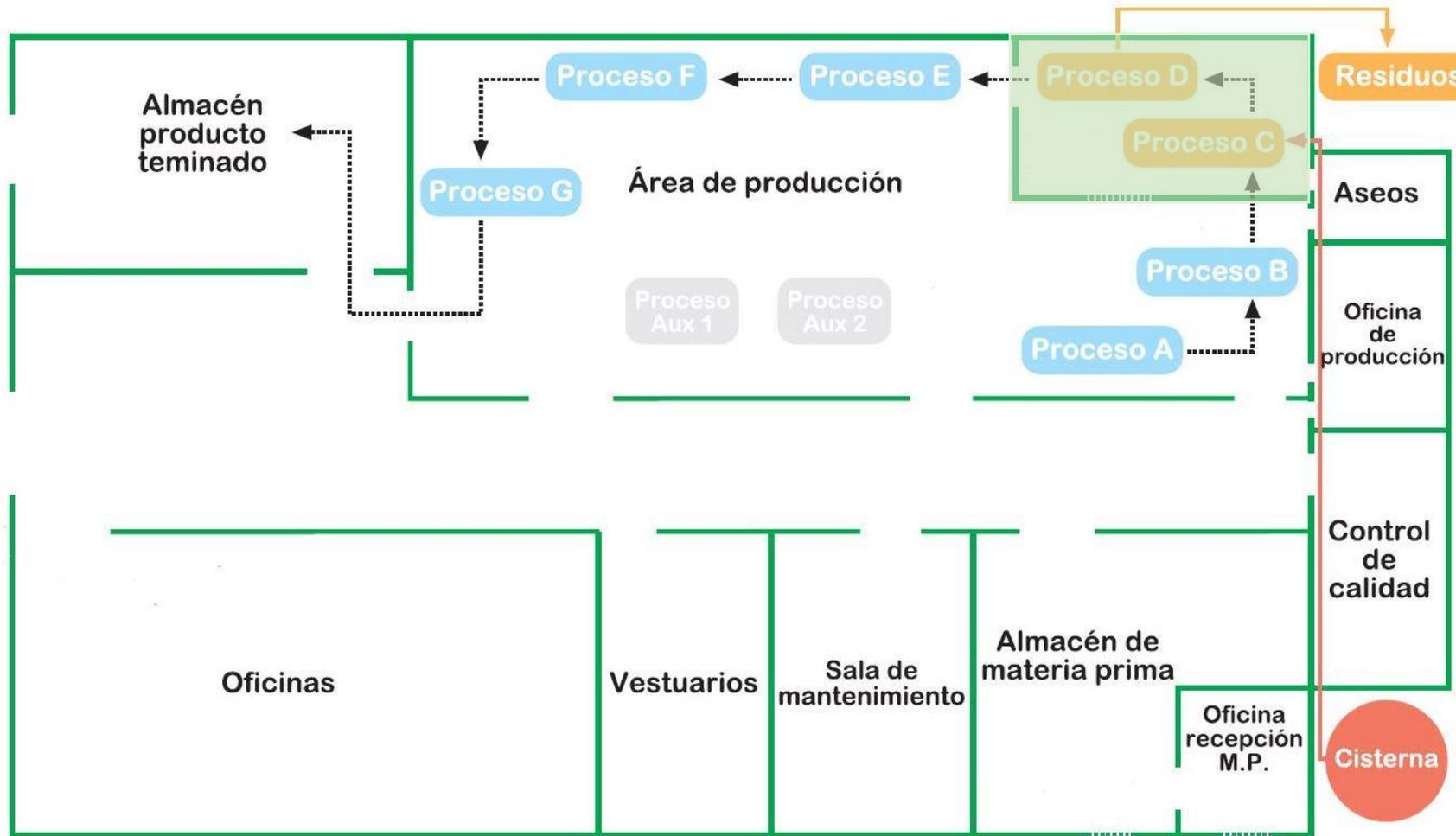


CONTROLES TÉCNICOS

Si la sustitución y la eliminación son imposibles (caso frecuente con los isocianatos), la exposición a estos agentes se controla mediante medidas técnicas u organizativas.

Las áreas de exposición deben ser independientes y, idealmente, separadas de las oficinas.

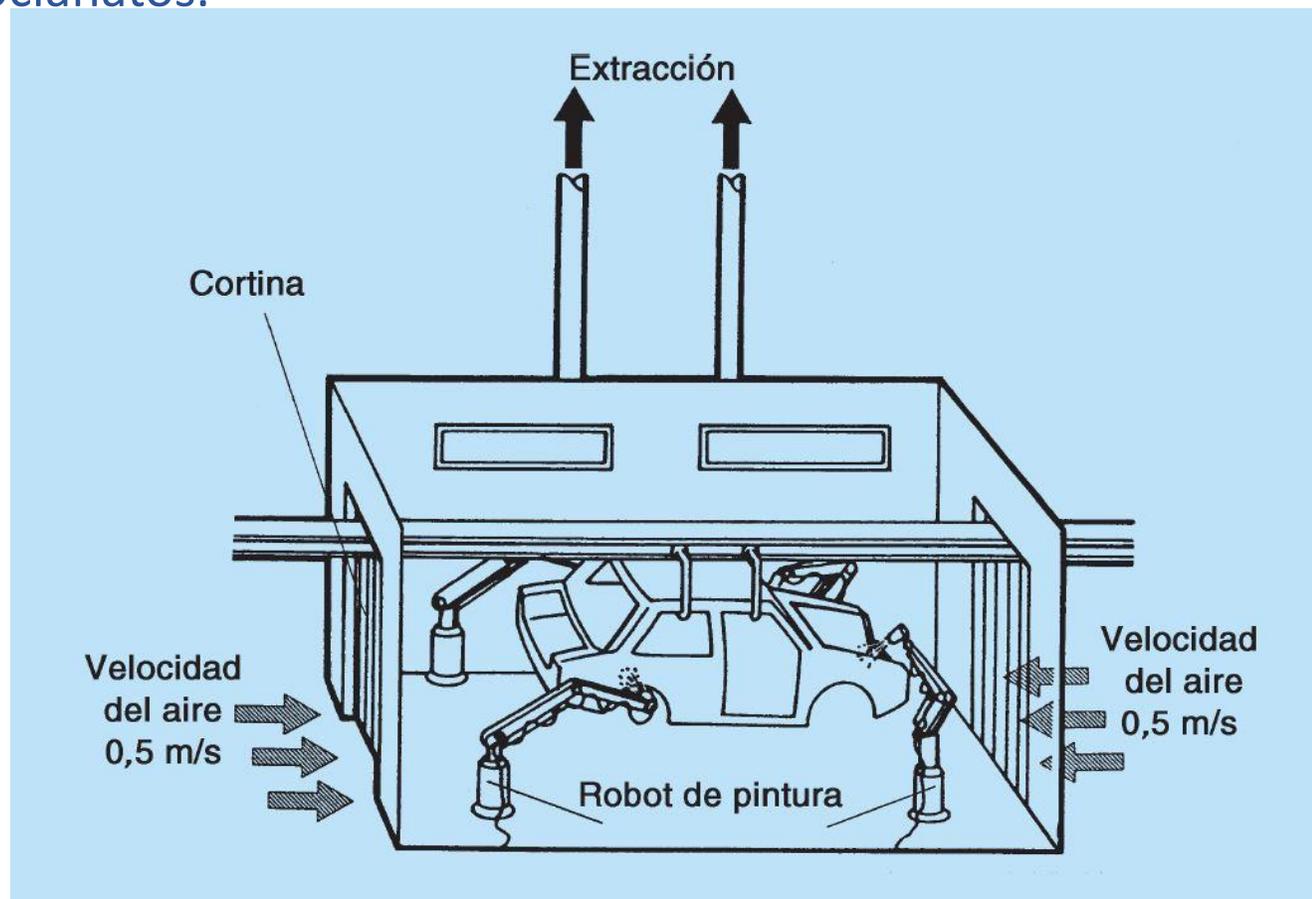
En estos casos, las medidas técnicas u organizativas que se adopten dependerán de las características de los procesos y de la naturaleza de los riesgos.



En estos casos, las medidas técnicas u organizativas que se adopten dependerán de las características de los procesos y de la naturaleza de los riesgos.

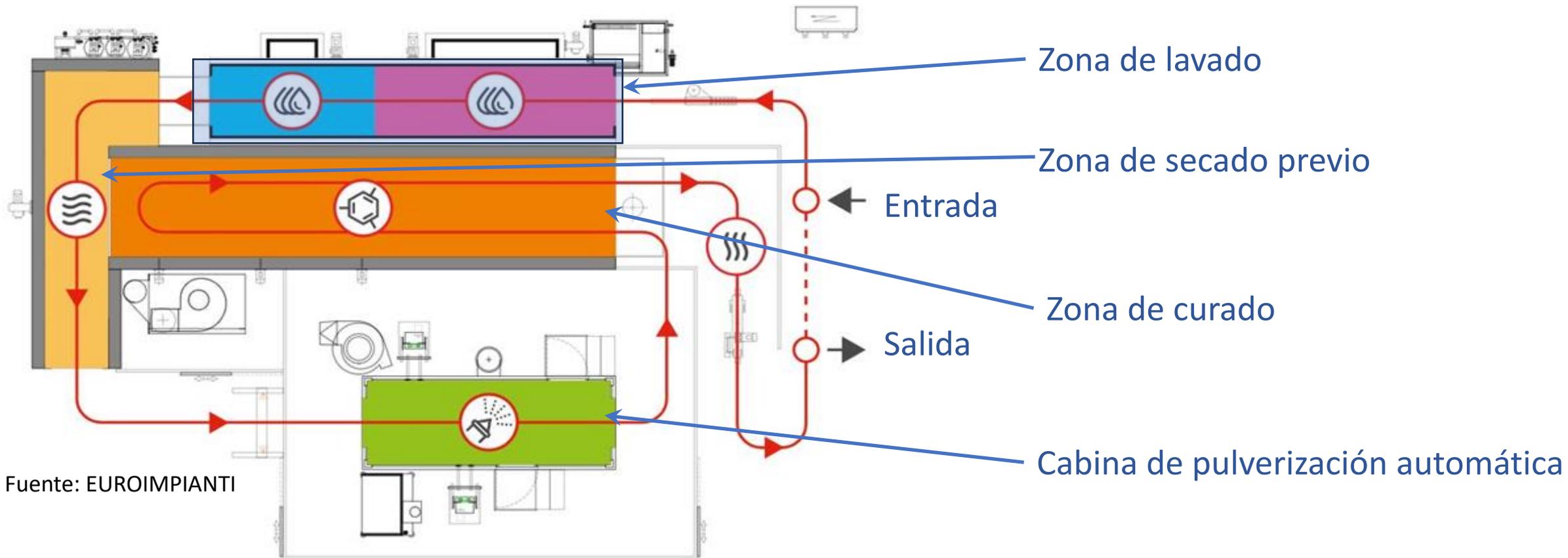
Automatización/Robotización:

Cuando sea posible se utilizarán líneas automatizadas/robotizadas operadas en remoto desde una sala de control, de esta forma las personas trabajadoras se encontrarán trabajando en un espacio libre de isocianatos.





Automatización:

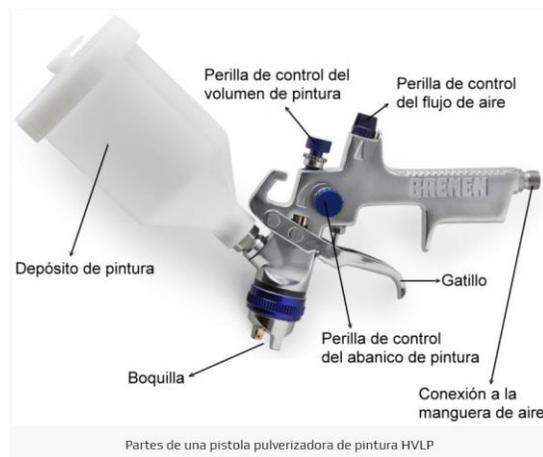




Cambio en la forma de aplicación: Cuando sea posible, en lugar de una pistola se utilizará un rodillo o una brocha.



Cambio de herramientas: Uso de una pistola de alto volumen y baja presión (HVLP), de esta forma se disminuye la generación de aerosoles a la vez que se aumenta la eficacia.

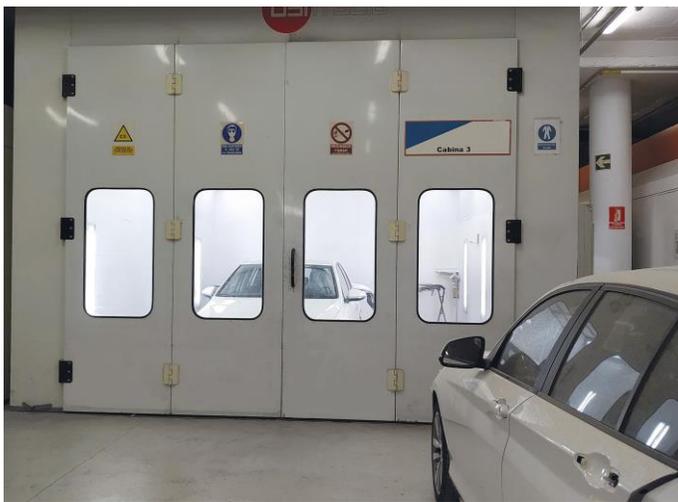


HVLP

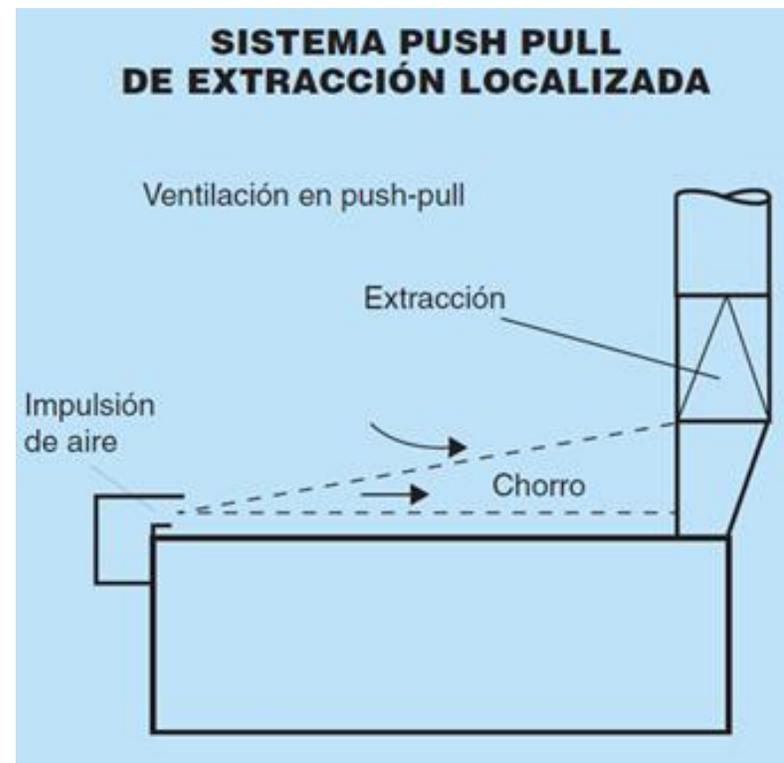


Sistemas de extracción localizada:

- La extracción localizada debe arrastrar las partículas, aerosoles y vapores liberados durante el proceso.
- El flujo de aire debe dirigirse desde las zonas limpias a las contaminadas, para de esta forma minimizar la inhalación de aire contaminado por parte de los trabajadores.

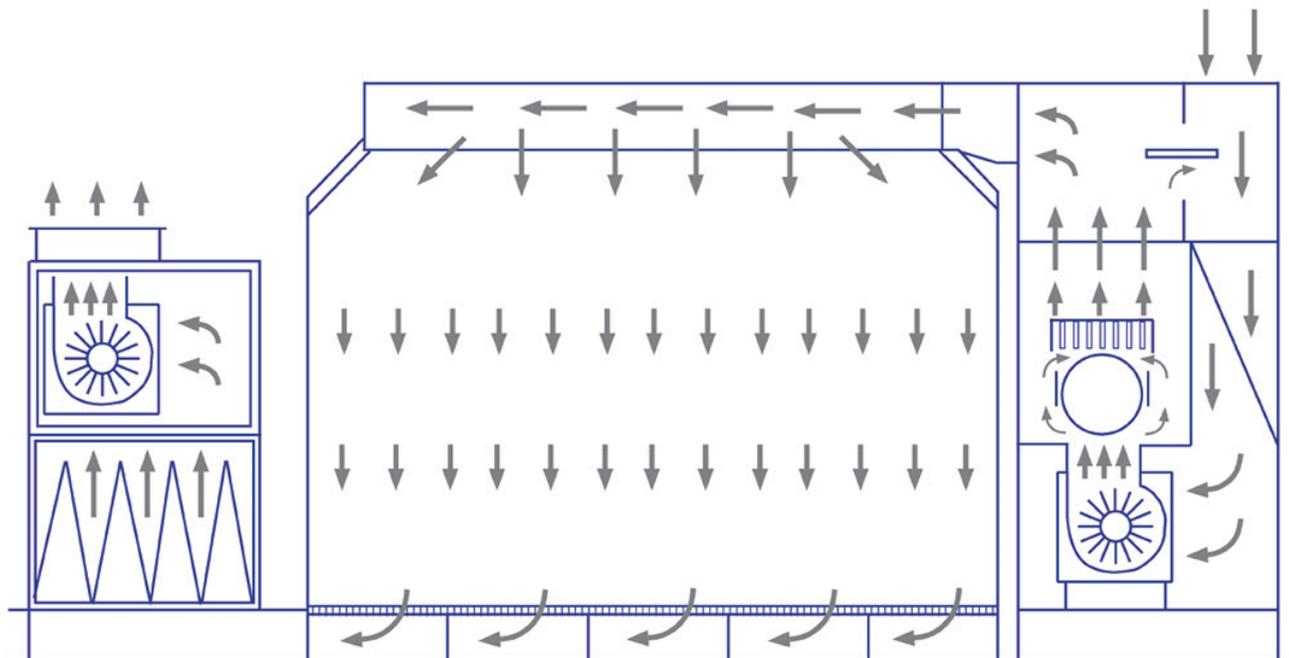


<https://www.vevor.es/cabina-de-pintura-inflable-c>

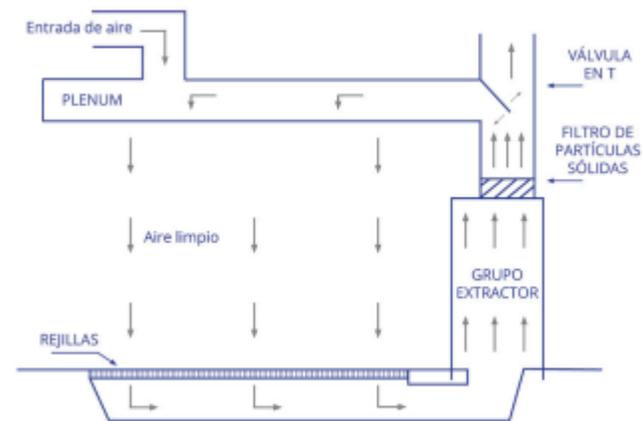




CONTROLES TÉCNICOS



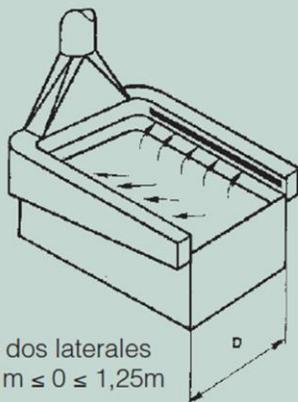
Esquema de flujo de aire en una cabina de pintura.



Sala de preparación de mezclas y esquema flujo de aire.

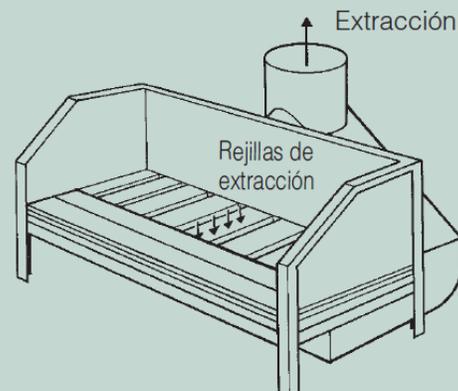


CUBA CON ASPIRACIÓN LATERAL

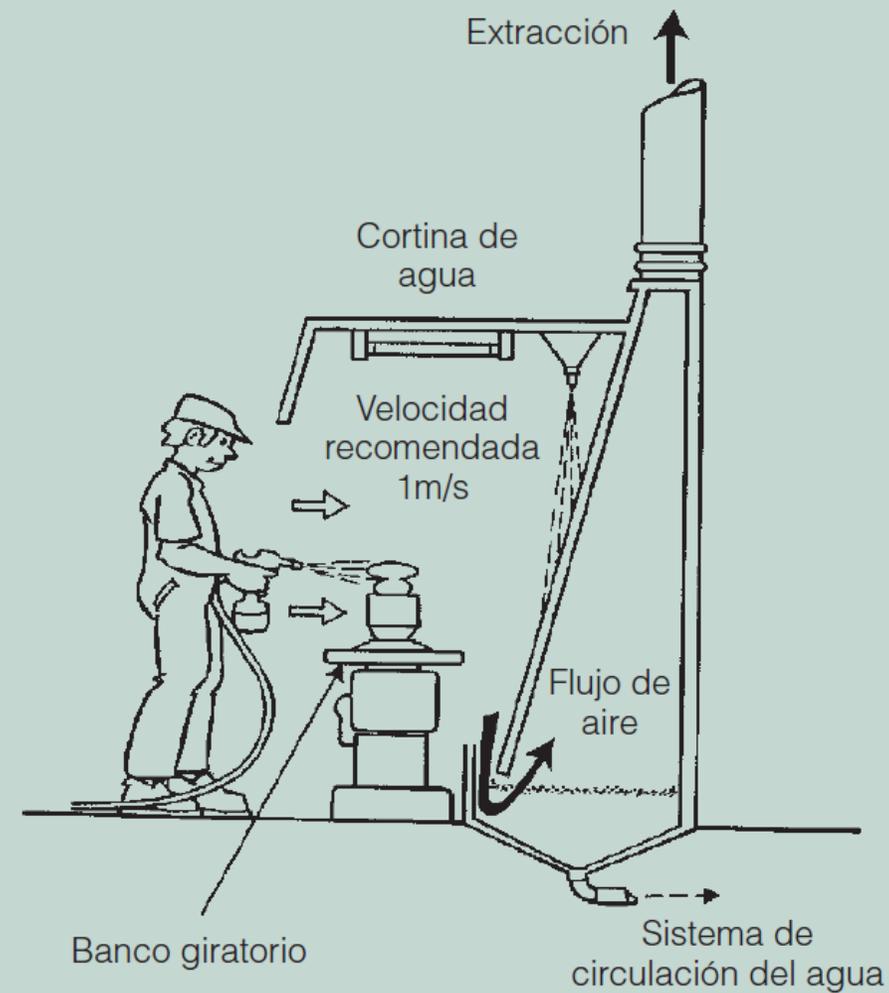


Aspiración por dos laterales de la cuba $0,5\text{ m} \leq D \leq 1,25\text{ m}$

MESA DE TRABAJO CON ASPIRACIÓN DESCENDENTE



CABINA DE PINTURA





Ventilación general.

Se utilizará para reducir la concentración de isocianatos en el aire, ya que hay ocasiones en las que no hay posibilidad de instalar sistemas de extracción localizada.



<https://aislaconpoliuretano.com/propiedades-poliuretano-proyectado-principales-aplicaciones/>



Ventilación general: reducir la concentración de isocianatos en el aire (IRSST).

Tipo de ESTABLECIMIENTO	Número mín. renovaciones por hora
Industria de pinturas y barnices	4
Industria de plásticos y resinas sintéticas	3
Fábricas de chapa y contrachapado	2
Garaje para mantenimiento y reparación	4
Fabricación de productos químicos industriales	2
Fábricas de textiles sintéticos	2
Industrias de fabricación de metales (fundición)	4





ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE CONTROL

- SUSTITUCIÓN
- CONTROLES TÉCNICOS
- MEDIDAS ORGANIZATIVAS



Restricción de acceso: Cuando se utilicen isocianatos, restringir el acceso únicamente a las trabajadoras formadas y protegidas.

- Debe prohibirse el acceso de otros trabajadores a la zona donde se realiza la pulverización (o incluso a toda la obra) durante la operación
- Listado de trabajadores formados y autorizados.
- Listado de personas con algún tipo de limitación a la realización de estas actividades (embarazados, menores, sensibilizados)



<https://www.polinovaglobal.com/>



LIMPIEZA

- Limpiar los isocianatos que caen en las superficies de trabajo.
- Lavarse antes de tomar descansos o irse a casa (especialmente manos y cara).
- Los monos de protección deben quitarse para las comidas.
- Lavar inmediatamente la piel con agua y jabón en caso de contacto.
- Prever un lavaojos y una ducha para emergencias.



Enric Miljans



Enric Miljans



PRÁCTICAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

- Los trabajadores deben tener cuidado de no situarse dentro de la nube de aerosol producida al pulverizar en el taller (revestimientos) o en otro lugar (espuma rígida in situ).
- Cuando pulverizan fuera del taller, los trabajadores suelen hacer sus pausas sin poder lavarse las manos.
- Debe prohibirse el acceso de otros trabajadores a la zona donde se realiza la pulverización (o incluso a toda la obra) durante la operación.
- Debe haber una unidad portátil de lavado de ojos a disposición de todos los que realicen la pulverización fuera del taller.



[soloepis](#)



[naisa](#)



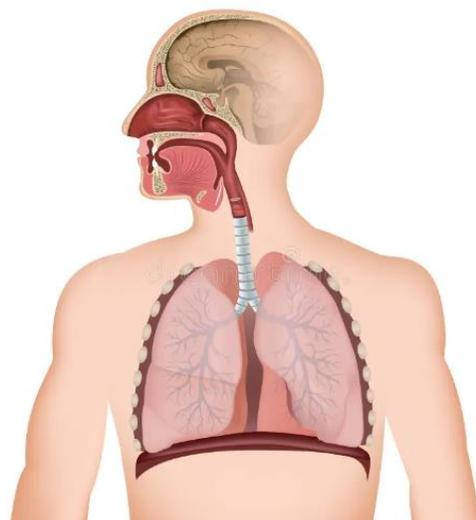
ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE CONTROL

- SUSTITUCIÓN
- CONTROLES TÉCNICOS
- LIMPIEZA
- MEDIDAS ORGANIZATIVAS
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)



EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

EPIS - VÍAS DE ENTRADA





EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPI)

- Cubra toda la piel expuesta.
- Los trajes desechables protegen mejor que la ropa de calle (monos tipo Tivek[®] o similar).
- Utilice guantes de neopreno, nitrilo o caucho butílico.
- Utilizar protección ocular como gafas de seguridad química anti proyecciones y anti salpicaduras.
- Una máscara que cubra toda la cara cuando se manipule un líquido o se pulvericen isocianatos.





EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los Equipos de Protección Individual (EPI) deben proporcionar una adecuada protección a los trabajadores. La elección de los materiales debe tener en cuenta la naturaleza de los riesgos y la obligación de...

- La elección del equipo de protección individual debe tener en cuenta la naturaleza de los riesgos y la obligación de...



https://www.3m.com.es/3M/es_ES/p/c/equipos-de-proteccion-individual/proteccion-respiratoria/

- Cuando se trabaja con vapores de mercurio (Hg-P3) o vapores de nitrógeno (NO-P3)...

*Tipos y clases de filtros

Tipo	Clase	Color	Uso/particularidades
A	1, 2, 3	Marrón	Gases y vapores orgánicos con punto de ebullición mayor que 65°C
AX	-	Marrón	Gases y vapores orgánicos con punto de ebullición menor o igual que 65°C. Uso máximo: 1 jornada
B	1, 2, 3	Gris	Gases y vapores inorgánicos
E	1, 2, 3	Amarillo	Dióxido de azufre y otros gases ácidos
K	1, 2, 3	Verde	Amoníaco y sus derivados orgánicos
P	1, 2, 3	Blanco	Partículas
SX	-	Violeta	Gases específicos. Debe figurar el nombre de los productos químicos y sus concentraciones máximas
NO-P3	-	Azul	Óxidos de nitrógeno. Uso máximo: 1 jornada
		Blanco	
Hg-P3	-	Rojo	Vapores de mercurio. Uso máximo: 50 horas
		Blanco	

Clase 1: Filtros de baja capacidad

Clase 2: Filtros de media capacidad

Clase 3: Filtros de alta capacidad

dispongan de una adecuada protección. En caso de que se calienten, se debe evitar su uso. Sin embargo, la...

de respiración con aparatos con...



car cartuchos de filtro...



EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Una prueba de ajuste garantiza que cada trabajador tenga un respirador que se ajuste a su cara. Una prueba de ajuste cuantitativa es lo mejor y se requiere para los respiradores de cara completa y de aire suministrado.
- El programa de sustitución del cartucho del respirador se basa en información como los datos de control del aire y la capacidad del cartucho. La orientación profesional de un higienista industrial o del fabricante del respirador es útil para determinar un programa.
- Formación para la utilización de los EPR.

RESPIRA HONDO

Equipos de protección respiratoria (EPR)

Finalidad
Los EPR protegen el sistema respiratorio del usuario de la inhalación de atmósferas peligrosas:

- Por la presencia de sustancias peligrosas (partículas, gases o vapores, agentes biológicos).
- Por deficiencia de oxígeno.

Componentes (Los EPR tienen dos componentes principales)

PIEZA O ADAPTADOR FACIAL

Máscara, Malla máscara, Capó, Capó, Capó

SISTEMA QUE LLEVA GAS RESPIRABLE AL ADAPTADOR

EQUIPOS FILTRANTES (dependientes del medio ambiente): retienen los contaminantes del aire antes de ser respirado, mediante el uso de un material filtrante, que puede formar parte de la propia mascarilla (autofiltrante) o estar montado en un filtro independiente que se acopla a la mascarilla o media máscara.

• **Contra partículas (sólidos y aerosoles) y agentes biológicos.**

• **Contra gases y vapores.**

• **Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.**

EQUIPOS ASILANTES (independientes del medio ambiente): suministran gas respirable de una fuente independiente. Se ajustan perfectamente por un equipo asilante.

- Cuando se desconecta el contaminante presente en la atmósfera, se desconecta o se neutraliza.
- Ante elevadas concentraciones del contaminante.
- Ante deficiencia de oxígeno (concentración < 19,5% vol).

Autónomos (con suministro externo), Línea de aire fresco, Línea de aire comprimido

Marcado de los filtros

CL	Nombre	Tipología	Peligrosos
U	Ultraleve	Respirador	Respirador
1	1	Respirador	Respirador
2	2	Respirador	Respirador
3	3	Respirador	Respirador
4	4	Respirador	Respirador
5	5	Respirador	Respirador
6	6	Respirador	Respirador
7	7	Respirador	Respirador
8	8	Respirador	Respirador
9	9	Respirador	Respirador
10	10	Respirador	Respirador
11	11	Respirador	Respirador
12	12	Respirador	Respirador
13	13	Respirador	Respirador
14	14	Respirador	Respirador
15	15	Respirador	Respirador
16	16	Respirador	Respirador
17	17	Respirador	Respirador
18	18	Respirador	Respirador
19	19	Respirador	Respirador
20	20	Respirador	Respirador
21	21	Respirador	Respirador
22	22	Respirador	Respirador
23	23	Respirador	Respirador
24	24	Respirador	Respirador
25	25	Respirador	Respirador
26	26	Respirador	Respirador
27	27	Respirador	Respirador
28	28	Respirador	Respirador
29	29	Respirador	Respirador
30	30	Respirador	Respirador
31	31	Respirador	Respirador
32	32	Respirador	Respirador
33	33	Respirador	Respirador
34	34	Respirador	Respirador
35	35	Respirador	Respirador
36	36	Respirador	Respirador
37	37	Respirador	Respirador
38	38	Respirador	Respirador
39	39	Respirador	Respirador
40	40	Respirador	Respirador
41	41	Respirador	Respirador
42	42	Respirador	Respirador
43	43	Respirador	Respirador
44	44	Respirador	Respirador
45	45	Respirador	Respirador
46	46	Respirador	Respirador
47	47	Respirador	Respirador
48	48	Respirador	Respirador
49	49	Respirador	Respirador
50	50	Respirador	Respirador

Tipos y clases de filtros

Tipología	Clase	Clase	Descripción
1	1	1	Contra partículas (sólidos y aerosoles) y agentes biológicos.
2	2	2	Contra gases y vapores.
3	3	3	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
4	4	4	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
5	5	5	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
6	6	6	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
7	7	7	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
8	8	8	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
9	9	9	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
10	10	10	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
11	11	11	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
12	12	12	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
13	13	13	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
14	14	14	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
15	15	15	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
16	16	16	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
17	17	17	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
18	18	18	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
19	19	19	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
20	20	20	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
21	21	21	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
22	22	22	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
23	23	23	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
24	24	24	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
25	25	25	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
26	26	26	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
27	27	27	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
28	28	28	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
29	29	29	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
30	30	30	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
31	31	31	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
32	32	32	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
33	33	33	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
34	34	34	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
35	35	35	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
36	36	36	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
37	37	37	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
38	38	38	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
39	39	39	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
40	40	40	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
41	41	41	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
42	42	42	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
43	43	43	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
44	44	44	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
45	45	45	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
46	46	46	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
47	47	47	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
48	48	48	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
49	49	49	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.
50	50	50	Contra partículas, agentes biológicos, gases y vapores.

Consideraciones importantes

Es muy importante el correcto ajuste de mascarillas y mascarillas a la cara del usuario para asegurar la eficacia del equipo. La presencia de pelo facial, cicatrices, etc. puede afectar a la hermeticidad. En caso de utilizar varios equipos de protección al mismo tiempo (por ejemplo, media máscara y gafas), se debe garantizar la compatibilidad entre ellos.

Elaborado por: Anaya Hernández Coronado, Eva María Páramo
Centro Nacional de Estudios de Investigación - INECS
Autor: Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo - INSST, I.D.A. M.P.
INPE (aprobado el 20 de mayo de 2015) - INPE (aprobado el 22 de mayo de 2015) - Registro Legal de INPE 2015-2015



EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Equipo de protección personal

Protección de las vías respiratorias:

Protección de las vías respiratorias en caso de de formación de vapores/aerosoles. (Filtro combinado EN 14387 Tipo A-P2)

Protección de las manos:

Guantes de protección resistentes a productos químicos (EN ISO 374-1).

Materiales adecuados para un contacto directo y prolongado (se recomienda: factor de protección 6, que corresponde a > 480 minutos de tiempo de permeabilidad según EN ISO 374-1):

caucho butílico (butilo) - 0.7 mm espesor del recubrimiento

caucho nitrilo (NBR) - 0.4 mm espesor del recubrimiento

caucho cloropreno (CR) - 0.5 mm de espesor del recubrimiento

materiales no adecuados

cloruro de polivinilo (PVC) - 0.7 mm de espesor del recubrimiento

laminado de polietileno (Laminado PE) - aprox. 0,1 mm densidad aparente

Protección de los ojos:

gafas protectoras con protección lateral (gafas con montura) (EN 166)

Protección corporal:

Seleccionar la protección corporal dependiendo de la actividad y de la posible exposición, p.ej. delantal, botas de protección, traje de protección resistente a productos químicos (según EN 14605 en caso de salpicaduras o bien EN ISO 13982 en caso de formación de polvo)





EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Trabajador equipado con protección cutánea, ocular y respiratoria filtrante.



- Personas trabajadoras equipadas con protección cutánea, ocular y respiratoria con aporte de aire limpio.





ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE CONTROL

- SUSTITUCIÓN
- CONTROLES TÉCNICOS
- LIMPIEZA
- MEDIDAS ORGANIZATIVAS
- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)



- Reconozcan los riesgos a los que están expuestos.
- Conozcan los efectos sobre la salud y los primeros síntomas.
- Utilicen las soluciones técnicas y sistemas de ventilación.
- Conozcan los métodos de organización del trabajo.
- Usen los equipos de protección individual (ropa de protección, guantes y EPR's).
- Se laven antes de tomar descansos o irse a casa (mención especial a las manos, que se llevan a la cara y boca con facilidad).



Debemos recordar que la PRL debemos abordarla desde un punto de vista integral y no enfocándonos únicamente en un aspecto...





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO
Y ECONOMÍA SOCIAL

insst
Instituto Nacional de
Seguridad y Salud en el Trabajo

PARA FINALIZAR

Muchas gracias por vuestra atención.

¿¿PREGUNTAS??

Alberto Vicente
alberto.vicente@insst.mites.gob.es