



**DIPLOMA DE ESPECIALIZACIÓN**  
**SUPERVISOR DE**  
**SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

**MODULO I**

**Gestión de Agentes de la Higiene Ocupacional**

**SESION 05**  
AGENTES QUIMICOS



# CONCEPTOS PREVIOS

## AGENTE QUIMICO

Un agente químico es todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.

## RIESGO QUIMICO

El riesgo químico es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos. Esta exposición viene determinada por el contacto de éste con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía inhalatoria o por vía dérmica. Para calificar un riesgo químico desde el punto de vista de su gravedad, se deben valorar conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.



# CONCEPTOS PREVIOS

## LA GRAVEDAD DEL RIESGO

La naturaleza del agente químico

Volatilidad

Persistencia

Toxicidad

Latencia



Condiciones individuales del trabajador expuesto y de las características de la exposición

Tiempo de exposición

Generación del agente químico

Ventilación

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente

Esfuerzo físico que requiere el trabajo

Susceptibilidad Individual

# CONCEPTOS PREVIOS

## CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES QUÍMICOS

### Solidas

Se generan producto de la ruptura de un material solido, en la que las partículas quedan suspendidas en el aire y pueden inhaladas por el trabajador para luego sedimentar. Ejemplo Polvos, fibras (asbesto) y humos (combustión de materiales). Aerosoles

### Líquidos

Son partículas que se forman de la ruptura mecánica de un liquido o la condensación de vapores de un liquido. Ejemplo: Nieblas (pinturas en spray), neblinas y aerosoles.

### Gases

Son fluidos amorfos que ocupan el espacio que los contiene. Ejemplo: gases (P y T ambiente) y vapores (mayor P a misma T)

Los vapores proceden de un proceso de evaporación y, en condiciones normales de presión y temperatura, coexisten con la fase líquida.

### De acuerdo al diámetro de partícula

Inhalables  $\varnothing < 100 \mu m$

Torácicas  $\varnothing < 10 \mu m$

Respirables  $\varnothing < 2.5 \mu m$

Fuente: Convenio para las fracciones inhalable, torácica y respirable. Organización Internacional de Normalización (ISO), Organización de Estandarización Europea (CEN) y la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

# CONCEPTOS PREVIOS

## VIAS DE ENTRADA EN EL ORGANISMO

### Respiratoria

Las sustancias pueden ser retenidas en la nariz, tráquea, bronquios o en los pulmones dependiendo de dos factores: el tamaño y las propiedades químicas. Las moléculas y partículas con menor tamaño pueden llegar hasta los alvéolos (fracción respirable) y quedarse en ellos o pasar a la sangre.

### Dérmica

Es la segunda vía en importancia. Las propiedades químicas del contaminante (solubilidad en agua o en grasas) y el estado de la piel son los factores que más influyen en el grado de penetración de un agente químico en la sangre a través de la piel. La absorción por vía dérmica no debe confundirse con el hecho de que un producto químico cause daños a la piel.

### Digestiva

Generalmente se considera de poca importancia, salvo en casos de intoxicación accidental, o cuando se tienen malos hábitos higiénicos (falta de aseo, comer, fumar o beber en el puesto de trabajo).

### Parenteral

Es la penetración directa del tóxico en la sangre, por ejemplo, a través de una herida.

### Ocular

Es una vía poco usual donde el ingreso de sustancias se efectúa a través de la mucosa conjuntiva del ojo, pudiendo generar daños locales severos.

# CONCEPTOS PREVIOS

## POSIBLES EFECTOS PARA LA SALUD

### Efectos agudos

Se presentan después de muy poco tiempo de exposición, por ejemplo, algunas horas, de manera clara y fácilmente reconocible: asfixia, vómitos y pérdida de visión.

### Efectos crónicos

Se presentan después de un largo tiempo (meses e incluso muchos años) de producirse la exposición, que puede ser repetida durante un cierto tiempo, siendo difícilmente reconocibles y de relacionar con la situación que los ha causado.

### Efectos reversibles

Sucede cuando después de un cierto tiempo en ausencia de exposición, el organismo se recupera por completo y alcanza su estado normal.

### Efectos irreversibles

Sucede cuando después de un cierto tiempo en ausencia de exposición, el organismo se recupera pero quedan secuelas y no se logra volver al estado normal

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## DOSIS

Es la cantidad de producto absorbido por el organismo. En las exposiciones laborales se utiliza:

Dosis Vía Inhalatoria = Concentración Ambiental Contaminante x Tiempo Exposición

### ABREVIATURAS A TENER EN CUENTA

TLV : valor limite tolerable (ACGIH)

PEL : limite de exposición permisible (OSHA)

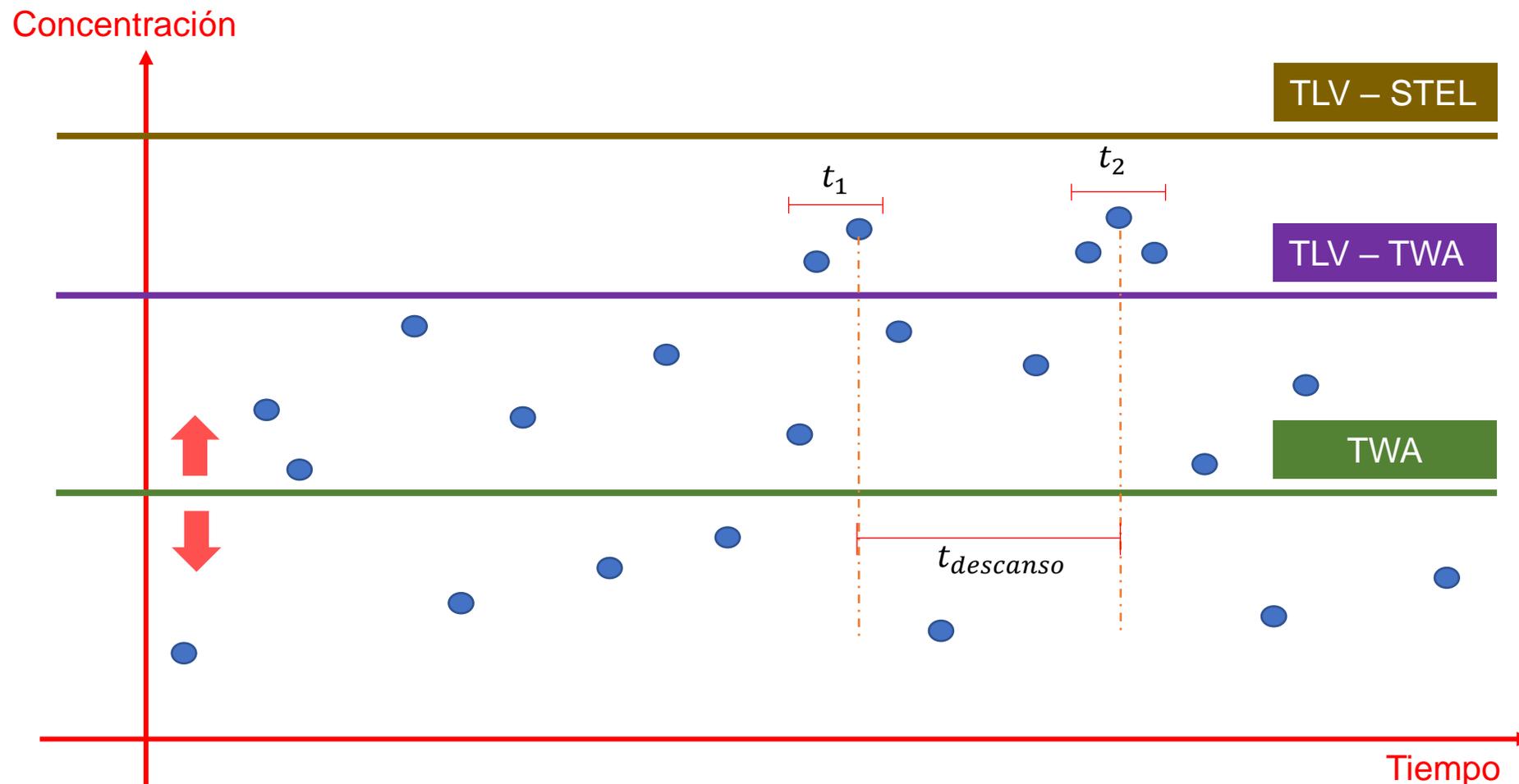
REL : limite de exposición recomendado (NIOSH)

D.S. 015 – 2005 – SA usa el TLV-TWA



# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## TWA; TLV – TWA; TLV – STEL



$t_i < 15 \text{ minutos}$

Se puede exceder el TLV-TWA, 4 veces al día como máximo considerando un tiempo mayor a 1 hora de descanso entre exposición y exposición

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## TLV-TWA EN EL D.S. 015-2005-SA PARA PARTICULAS INHALABLES

Nivel de acción es el 50% del TLV-TWA

Para horas diarias		Para horas semanales	
Para 8 horas diarias	$TLV_d = 10 \frac{mg}{m^3}$	Para 40 horas semanales	$TLV_s = 10 \frac{mg}{m^3}$
	$TLV_t = TLV_d \times f$		$TLV_t = TLV_s \times f$
Para "t" horas diarias	Donde $f = \frac{24 - t}{2t}$	Para "t" horas semanales	Donde $f = \frac{5(168 - h)}{16h}$

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## CASO PRÁCTICO

01

Un trabajador se expone 9 horas con 45 minutos diarios en su ambiente laboral. Calcular el TLV-TWA diaria y semanal y comparar con los valores de la normativa nacional

Para horas diarias				
Ingresas las horas	9	TLV	7.31	mg/m <sup>3</sup>
Ingresas los minutos	45			
Para horas semanales				
Ingresas las horas	45	TLV	7.64	mg/m <sup>3</sup>
Ingresas los minutos	225			

$$\therefore \text{TLV} - \text{TWA} = 7.31 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS EN EL TRABAJO

## EXPOSICION A EFECTOS COMBINADOS

Cuando el trabajador se encuentre en una exposición con efectos combinados, se aplica la siguiente fórmula:

$$L_T = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{TLV_i} < 1$$

### CASO PRÁCTICO

02

Un trabajador está expuesto a tres agentes químicos: Viniltolueno, Nitroetano y Resorcinol; cuyas concentraciones tomadas en los muestreos son las siguientes:  $C_{viniltolueno} = 17 \text{ ppm}$ ;  $C_{nitroetano} = 23 \text{ ppm}$ ;  $C_{resorcinol} = 4 \text{ ppm}$ . Evaluar si cumple con el limite de tolerancia dispuesta en la normativa peruana

De acuerdo al D.S. 015 – 2005 – SA, se sabe que:

$TLV - TWA_{viniltolueno} = 50 \text{ ppm}$

$TLV - TWA_{nitroetano} = 100 \text{ ppm}$

$TLV - TWA_{resorcinol} = 10 \text{ ppm}$



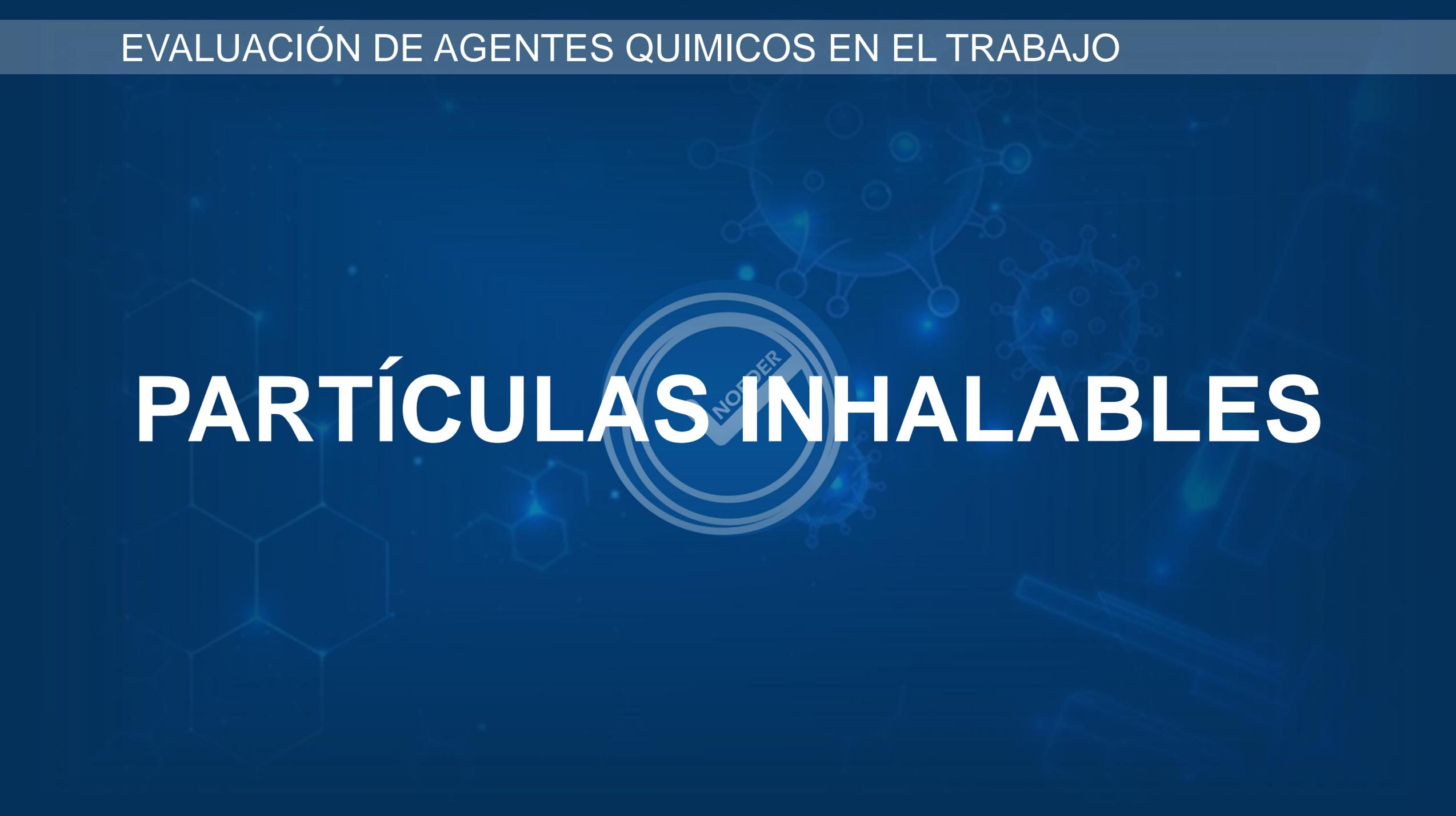
$$L_T = \frac{17}{50} + \frac{23}{100} + \frac{4}{10} = 0.97$$

$$L_T = 0.97 < 1$$

Las exposición del trabajador está dentro del limite tolerable de las concentraciones combinadas

79-24-3	Nitroelano	100	307			75.07	
108-46-3	Resorcinol	10	45	20	90	110.11	
25013-15-4	Viniltolueno	50	242	100	483	118.18	

# PARTÍCULAS INHALABLES

The background features a dark blue gradient with faint, glowing chemical structures and molecular models. A prominent circular seal with a checkmark and the word 'ORDER' is centered behind the main title.

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

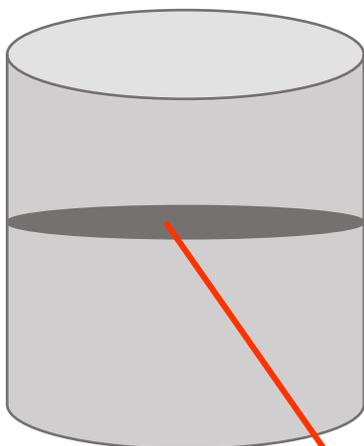
## Equipo de muestreo de Partículas Inhalables



# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## Equipo de muestreo de Partículas Inhalables

Bomba gravimétrica o  
bomba de succión



Filtro del casete



- 0.5 - 3.0 LPM
- Anti-tamper control covers
- Internal components sealed from dust, fibers and moisture
- Easy calibration
- Portable
- Built-in electronic flow control adjustment
- Rechargeable battery pack
- UL approved

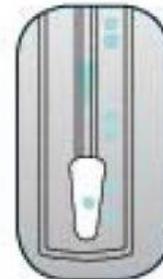
Manguera

Filtro del casete

Casete de PVC con filtro en el interior

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## Equipo de muestreo de Partículas Inhalables



Bubbling action of fritted tip.



# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## PARTÍCULAS INHALABLES METODOLOGÍA NIOSH 0500

El flujo de succión debe ser:  $q \in < 1; 2 > \frac{L}{min}$

Y el volumen máximo del flujo:  $V_{máximo} = 133 L$

Es recomendable elegir un caudal mínimo, con la finalidad de evitar saturar el filtro del casete de manera rápida

Para un tiempo de exposición de “h” horas:



$$t = \frac{V}{q}$$

$$C_i = \frac{m_{f_i} - m_{i_i}}{V}$$

$$C_{particula} = \frac{\sum C_i}{n}$$

$m_i$  y  $m_f$  se obtienen en el laboratorio

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## CASO PRÁCTICO

03

Determine el numero de filtros y el tiempo de muestreo de cada filtro para un monitoreo de 7 horas.

Calculo del numero de Casetes				
Ingrese el caudal (L/min)	1.1			
Ingrese el volumen (L)	133			
Ingrese el tiempo de Monitoreo (Hrs)	7			
Numero de casetes a usar	4			
Distribución del tiempo a monitorear	horas	1	minutos	45

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## CASO PRÁCTICO

04

Se realizó un muestreo de partículas inhalables en un trabajador que realiza actividades de limpieza de polvo de pared por 10 horas. Para el muestreo se usa la bomba de succión y los casetes. Si las masas iniciales y finales de cada filtro usado se encuentran en la tabla, evalúe usted si el resultado cumple con el limite de tolerancia indicada en la normativa nacional.

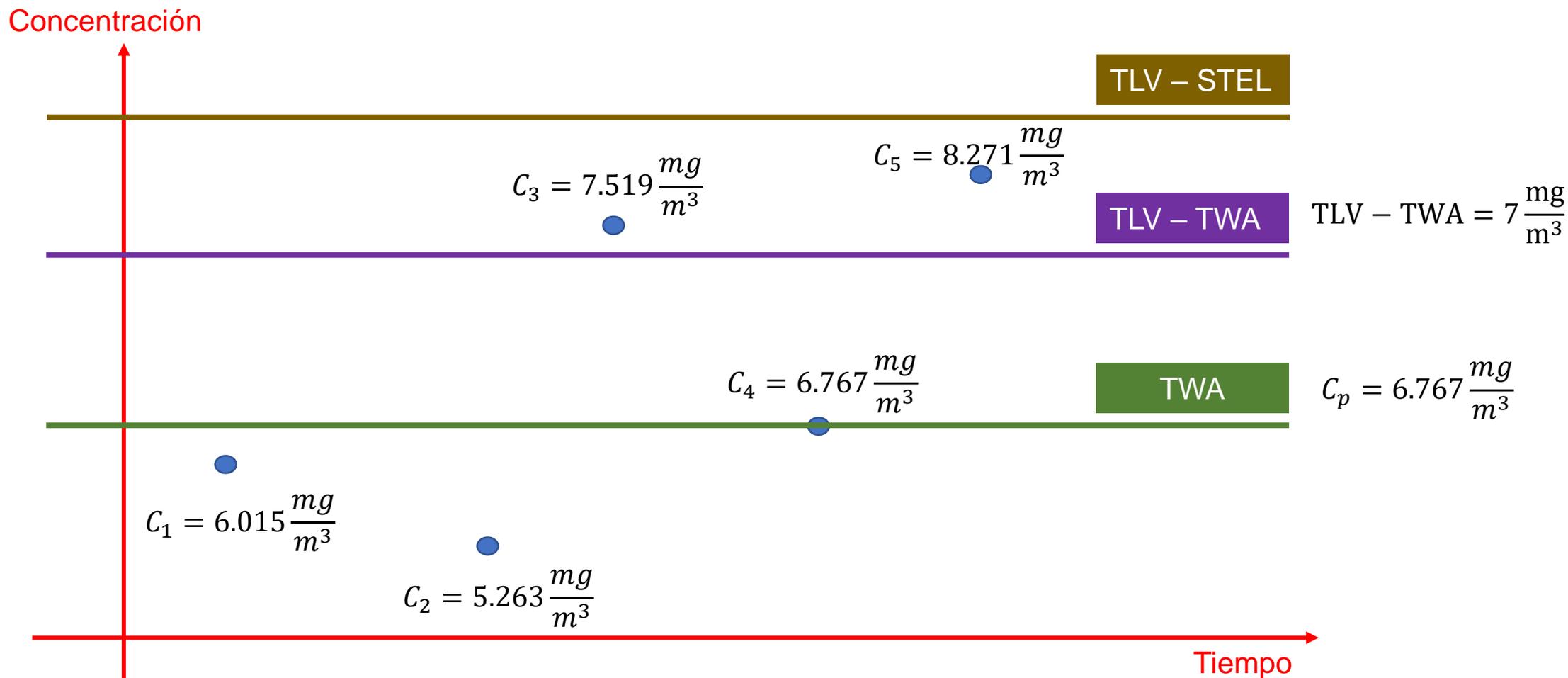
	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4	Filtro 5
Masas iniciales (mg)	70.1	68.9	69.5	70.0	67.8
Masas finales (mg)	70.9	69.6	70.5	70.9	68.9

	FILTRO 1	FILTRO 2	FILTRO 3	FILTRO 4	FILTRO 5
Mi (mg)	70.10	68.90	69.50	70.00	67.80
Mf (mg)	70.90	69.60	70.50	70.90	68.90
Ci (mg/m <sup>3</sup> )	6.015	5.263	7.519	6.767	8.271
Concentración promedio (mg/m <sup>3</sup> )	6.767				
Volumen (L)	133				

Para horas diarias				
Ingresas las horas	10	TLV	7	mg/m <sup>3</sup>
Ingresas los minutos	0			

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## Gráficamente



# PARTÍCULAS RESPIRABLES

The background features a dark blue gradient with faint, glowing chemical structures and molecular models. A prominent circular seal with a checkmark and the word 'ORDER' is centered behind the main title.

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## Equipo de muestreo de Partículas Respirables

Casete de PVC con filtro en el interior

Bomba gravimétrica o bomba de succión

Manguera



Ciclón de nylon

Ciclón de aluminio

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## PARTÍCULAS RESPIRABLES METODOLOGÍA NIOSH 0600

El flujo de succión debe del material del ciclón:

Ciclón es de nylon:  $q = 1.7 \frac{L}{min}$

Ciclón es de aluminio:  $q = 2.5 \frac{L}{min}$

Y el volumen máximo del flujo:

$$V_{m\acute{a}ximo} = 400 L$$

Para un tiempo de "h" horas



$$t = \frac{V}{q}$$

$$C_i = \frac{m_{f_i} - m_{i_i}}{V}$$

$$C_{particula} = \frac{\sum C_i}{n}$$

$m_i$  y  $m_f$  se obtienen en el laboratorio

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

## CASO PRÁCTICO

05

Se ha realizado un estudio de partículas respirables de Polvo Respirable en una unidad minera que realiza explotación y transporte de minerales polimetálicos. El equipo de medición consta de una bomba de muestreo personal con flujo constante, una manguera, varios casetes y un ciclón de nylon. El monitoreo se ha realizado continuamente, tanto de día y de noche, turnando trabajadores cada una de ellas con 12 horas de exposición laboral.

Si las masas iniciales y finales de cada filtro usado se encuentran en la tabla, evalúe usted si el resultado cumple con el límite de tolerancia indicada en la normativa nacional.

TRABAJADOR	CÓDIGO DE MUESTREO	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	VOLUMEN (m3)
Trabajador 1	M1	0.045830	0.045934	0.37517
	M2	0.046930	0.047980	
	M3	0.047203	0.048324	
	M4	0.043328	0.043427	
Trabajador 2	M5	0.042379	0.042688	0.32535
	M6	0.045003	0.045200	
	M7	0.043288	0.043898	
	M8	0.043400	0.043890	

# EVALUACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

TRABAJADOR	CÓDIGO DE MUESTREO	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	VOLUMEN (m3)	CONCENTRACIÓN (mg/m3)
Trabajador 1	M1	0.045830	0.045934	0.375170	0.277208
	M2	0.046930	0.047980	0.375170	2.798731
	M3	0.047203	0.048324	0.375170	2.987979
	M4	0.043328	0.043427	0.375170	0.263880
Trabajador 2	M5	0.042379	0.042688	0.325350	0.949746
	M6	0.045003	0.045200	0.325350	0.605502
	M7	0.043288	0.043898	0.325350	1.874904
	M8	0.043400	0.043890	0.325350	1.506070
Promedio					1.408003

## VALORES LIMITE PERMISIBLES PARA AGENTES QUIMICOS EN EL AMBIENTE DE TRABAJO

N° CAS	AGENTE QUIMICO	LIMITE ADOPTADOS				Peso Molecular <gramos>	Notas
		TWA		STEL			
		ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>		
	Partículas (insolubles) no clasificadas de otra forma:						(c)
	* Fracción Inhalable		10				(d), (e)
	* Fracción respirable		3				(d), (e)

Para horas diarias

Ingresa las horas

12

Ingresa los minutos

0

TLV-TWA

1.5

mg/m3

# CONTROL DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

TÉCNICAS DE CONTROL DE EXPOSICIONES					
Nivel de prioridad	Objetivo	Acción sobre			
		Agente químico	Proceso / Instalación	Local de trabajo /Ambiente de trabajo	Método de trabajo
1º	Eliminación del riesgo	Sustitución total	Sustitución del proceso Utilización de equipos intrínsecamente seguros		Automatización Robotización Control remoto
2º	Reducción o control del riesgo	Sustitución parcial Cambio de presentación (forma o estado físico)	Proceso cerrado Cabinas de guantes Aumento de la distancia Mantenimiento preventivo Extracción localizada Equipos con extracción local incorporada Cubetos de retención	Orden y limpieza Segregación de departamentos sucios Ventilación por dilución Duchas de aire Cortinas de aire Cabinas para los trabajadores Drenajes Control de focos de ignición	Buenas prácticas de trabajo Supervisión Horarios reducidos
3º	Protección del trabajador				EPI de protección respiratoria, dérmica, ocular y de la piel

# CONTROL DE AGENTES QUIMICOS EN EL TRABAJO

Evitar el uso de dicho agente, sustituyéndolo por otro o por un proceso químico que no sea peligroso o que lo sea en menor grado.

Aislar el agente, evitando o reduciendo al mínimo cualquier escape, difusión al ambiente o contacto directo con el trabajador.

Medidas de protección colectiva: ventilación general y extracción localizada

Protecciones personales respiratorias, guantes de protección frente a riesgos químicos, gafas o pantallas de protección y ropa de protección química.

**GRACIAS!**