



QUINTA SESIÓN

# EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS QUÍMICAS



## CLASIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

### Por su naturaleza:

- Vapor
- Gas
- Polvos
- Fibras
- Humos
- Niebla
- Aerosoles





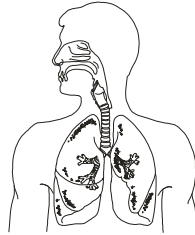
## Por sus vías de ingreso:



☿ Inhalación

☿ Ingestión

☿ Absorción



## Por su Estado Físico:



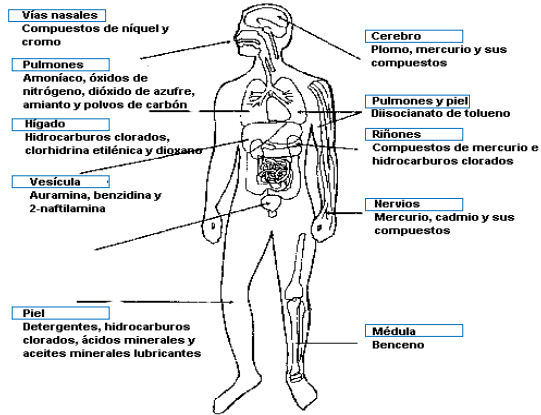
- Vapor (Materia proveniente de la evaporización de un líquido ó de la sublimación de un sólido).
- Gas (Compuestos que a temperatura y presión ambiente se comportan como el aire).
- Polvos (Materia sólida dispersa en el aire, producto de la acción mecánica sobre un sólido).
- Fibras (mayor a 5micras y relación largo: diámetro de 3:1).
- Humos (Materia sólida en suspensión en la atmósfera formado por pequeñas partículas producidas por la condensación de metales o por resultado de la combustión incompleta).
- Niebla (condensación de líquidos).
- Aerosoles (Gotas de líquido suspendidas en el aire, generadas por la atomización, aspersión, espuma, burbujeo de material líquido).



## Por sus efectos:



- ☠ Irritantes
- ☠ Asfixiantes
- ☠ Hepatotóxicos
- ☠ Nefrotóxicos
- ☠ Neurotóxicos
- ☠ Anestésicos
- ☠ Hematopoyeticos
- ☠ Teratogenos
- ☠ Mutagenos
- ☠ Cancerigenos



## CARACTERÍSTICAS DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS



- ☼ Corrosivas
- ☼ Reactivas
- ☼ Radiactivas
- ☼ Explosivas
- ☼ Tóxicas
- ☼ Inflamables
- ☼ Irritantes





## Corrosivas



- Que en estado líquido o en solución acuosa presente un pH sobre la escala menor o igual a 2.0, o mayor o igual a 12.5.
- Que en estado líquido o en solución acuosa y a una temperatura de 55° C sea capaz de corroer el acero al carbón, a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año.



## Reactivas



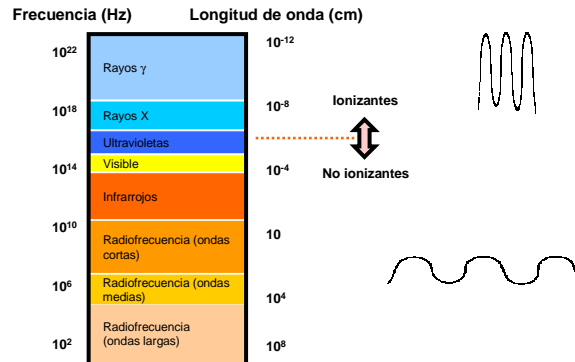
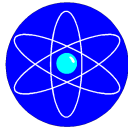
- Aquellas que se combinan o polimerizan violentamente sin detonación.
- Aquellas que cuando se ponen en contacto con agua ó soluciones, reaccionan violentamente formando gases, vapores o humos.
- Aquellas que posean en su constitución cianuros o sulfuros.





## Radiactivas

- ☛ Sustancias que contengan elementos químicos capaces de emitir radiaciones.



Compete a la Secretaría de Energía, a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias con la participación que corresponda en su caso, a la Secretaría de Salud.



## Explosivas

- ☛ Que tengan una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobencono.
- ☛ Sean capaces de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a  $25^{\circ}\text{C}$  y a  $1.03 \text{ kg/cm}^2$  de presión.





## Tóxicas



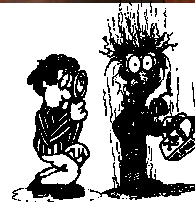
- ☠ Capaces de causar la muerte o provocar efectos nocivos en la salud de la población, en la flora o en la fauna, que varían en características y severidad de acuerdo con las formas e intensidades de la exposición.



## Inflamables



- Que en solución acuosa contengan más de 24% de alcohol en volumen.
- Líquidas y con un punto de inflamación inferior a 60°C.
- Que no sea líquidas, pero que sean capaces de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25°C y a 1.03 kg/cm<sup>2</sup>).
- Gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes.





## Irritantes



- Son todas las sustancias que debido a su acción química producen inflamación al entrar en contacto con la piel, las mucosas u otro tejido interno y/o externo de los organismos.

Los factores que se involucran en la gravedad del efecto son la concentración de la sustancia en el aire o solución y el grado de solubilidad.



### EJEMPLOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS CORROSIVAS, REACTIVAS, EXPLOSIVAS, TÓXICAS, INFLAMABLES E IRRITANTES

| Corrosivas     | Reactivas            | Explosivas              | Tóxicas          | Inflamables              | Irritantes               |
|----------------|----------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ácidos fuertes | Nitratos             | Peróxidos               | Cianuros         | Hidrocarburos alifáticos | Ácidos fuertes           |
| Bases fuertes  | Metales alcalinos    | Cloratos                | Arsénico y sales | Hidrocarburos aromáticos | Bases fuertes            |
| Fenol          | Metil Isocianato     | Percloratos             | Plomo            | Alcoholes                | Halógenos                |
| Bromo          | Magnesio             | Acido pícrico           | Polifenoles      | Éteres                   | Gases nitrosos           |
| Hidracina      | Cloruro de acetileno | Trinitrotolueno         | Plaguicidas      | Aldehídos                | Hidrocarburos aromáticos |
|                | Hidruros metálicos   | Trinitrobenceno         | Anilina          | Cetonas                  | Ozono                    |
|                |                      | Permanganato de potasio | Nitrobenceno     | Fósforo                  |                          |



## ¿Cómo medir los efectos a la Salud por la exposición a SQ?



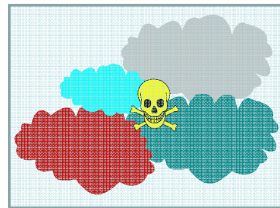
- ☑ Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud (IPVS o IDLH)
- ☑ Dosis Letal Media (DL<sub>50</sub>)
- ☑ Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>)



**IPVS:** Inmediatamente Peligrosos a la Vida y la Salud, representa el máximo nivel del que un en un plazo de 30min un trabajador puede escapar de una situación de emergencia sin síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud. Equivale al IDLH.

**DL<sub>50</sub>:** Dosis letal media, dosis única de una sustancia que se espera produzca la muerte en el 50% de la población expuesta por cualquier vía distinta a la inhalatoria.

**CL<sub>50</sub>:** Concentración letal media, concentración de una sustancia que se espera produzca la muerte durante la exposición por vía inhalatoria o en un plazo definido después de esta, del 50% de una población.



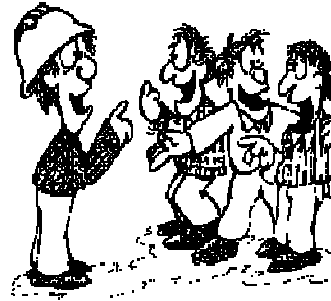
## ¿Cómo se protege la Salud del trabajador?

- ✍ Valores Umbrales Límite (VUL o TLV)
- ✍ Límite Máximo Permisible de Exposición Promedio Ponderado en el Tiempo (LMPE-PPT o TWA)
- ✍ Límite Máximo Permisible de Exposición de Corto Tiempo (LMPE-CT o STEL)
- ✍ Límite Máximo Permisible de Exposición Pico (LMPE-P)





**TLV:** Valor Limite de Umbral (Threshold Limit Values), concentraciones de las sustancias químicas en el aire y representan las condiciones bajo las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden exponerse repetidamente día con día sin sufrir efectos adversos a su salud.



**LMPE- PPT** Limite Máximo Permissible de Exposición-Promedio Ponderado en el Tiempo.

Medida para una jornada de 8Hr diarias y una semana laboral de 40Hr, a la cual se pueden exponer la mayoría de los trabajadores sin sufrir daños a la salud. Equivale al TWA (Time Weighted Average) de la OSHA.





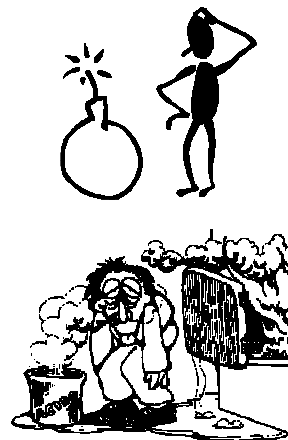
### **LMPE-CT: Limite Máximo Permisible de Exposición- Corto Tiempo**

Los trabajadores pueden estar expuestos de manera continua durante un periodo de 15min, con intervalos de al menos 1h de no exposición entre cada periodo de exposición y un máximo de 4 exposiciones de una jornada de trabajo y que no sobrepase el LMPE-PPT. Equivale al STEL (Short Term Exposure Limit) de OSHA.



### **LMPE- P: Limite Máximo Permisible de Exposición- Pico.**

**No** debe rebasarse en ningún momento durante la exposición del trabajador. Equivale a el Ceiling Limit de la OSHA.





### Comparación de parámetros normativos entre algunos países



| PAÍS                                   | AGENCIA   | PARÁMETRO                                     |
|--|---|---|
| EU                                     | NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)     | REL (Recommended Exposure Limit)              |
|  | ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) | TLVs (Threshold Limit Values)                 |
|  | OSHA (Occupational Safety and Health Administration)              |   |
|  | AIHA (American Industrial Hygiene Association)                    | PEL (Permissible Exposure Limit)              |
| ITALIA<br>PORTUGAL<br>ESPAÑA<br>GRECIA | ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) | TLVs (Threshold Limit Values)                 |
| COLOMBIA                               | RES 2400 1989 (Resolución-Estatuto de Seguridad)                  | TLVs (Threshold Limit Values)                 |
| MÉXICO                                 | STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social)                  | LMPE (Límite Máximo Permisible de Exposición) |

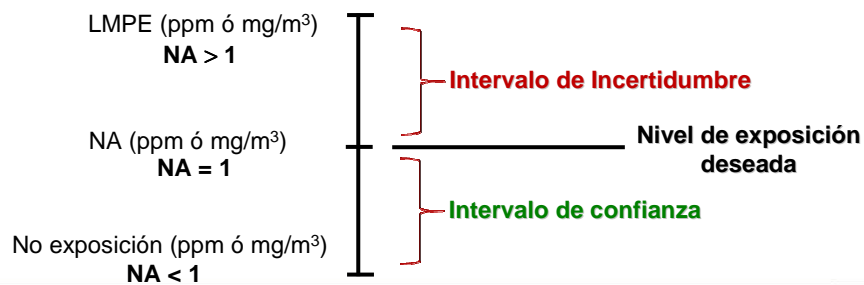


### ¿Cómo asegurar la Salud del trabajador?



✍ Nivel de Acción (NA). Es la mitad del LMPE-PPT para cada una de las sustancias establecidas.

#### TOLERABILIDAD DEL RIESGO





## ¿Cómo asegurar la Salud del trabajador?

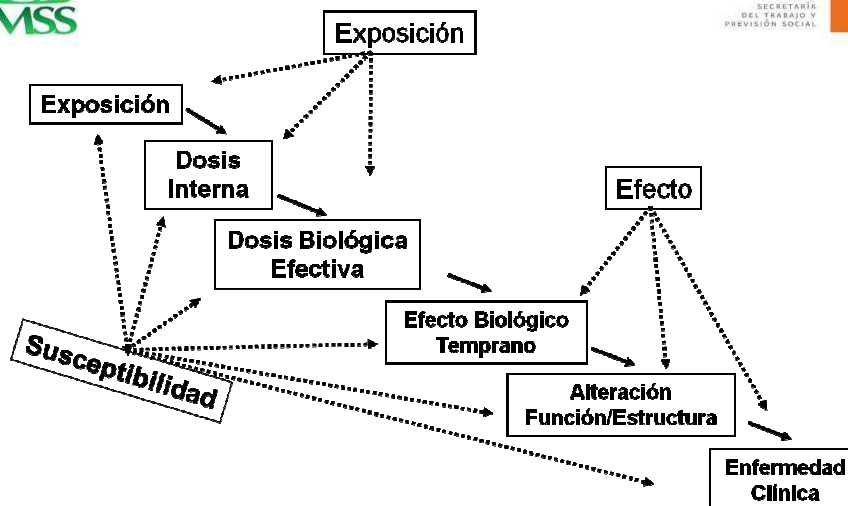


A través del monitoreo:

- Índices de exposición biológica (Biological Exposure Indices –BEIs-). Concentración del contaminante o sus metabolitos en fluidos corporales (sangre u orina).



## Tipos de marcadores de exposición





## NOM-010-STPS-1999

### Grado de efecto a la salud



| GRADO DE EFECTO A LA SALUD | EFECTO A LA SALUD   | CRITERIOS DE TOXICIDAD            |  |   |                            |
|----------------------------|---|-----------------------------------|--|---|----------------------------|
|                            |   | RATA DL <sub>50</sub><br>VÍA ORAL | CONEJO DL <sub>50</sub><br>VÍA CUTÁNEA | RATA CL <sub>50</sub><br>VÍA RESPIRATORIA |                            |
|                            |   | mg/kg                             | mg/kg                                  | mg/l                                      | ppm                        |
| 0                          | EFFECTOS LEVES REVERSIBLES O SIN EFFECTOS CONOCIDOS                                 | MAYOR QUE 5000                    | MAYOR QUE 2000                         | MAYOR QUE 20                              | MAYOR QUE 10000            |
| 1                          | EFFECTOS MODERADOS REVERSIBLES  | MAYOR QUE 500 HASTA 5000          | MAYOR DE 1000 HASTA 2000               | MAYOR QUE 2 HASTA 20                      | MAYOR QUE 2000 HASTA 10000 |
| 2                          | EFFECTOS SEVEROS REVERSIBLES  | MAYOR QUE 50 HASTA 500            | MAYOR QUE 200 HASTA 1000               | MAYOR QUE 0.5 HASTA 2                     | MAYOR QUE 200 HASTA 2000   |
| 3                          | EFFECTOS IRREVERSIBLES, SUSTANCIAS CARCINÓGENAS SOSPECHOSAS, MUTÁGENAS, TERATÓGENAS | MAYOR QUE 1 HASTA 50              | MAYOR QUE 20 HASTA 200                 | MAYOR QUE 0.05 HASTA 0.5                  | MAYOR QUE 20 HASTA 200     |
| 4                          | EFFECTOS INCAPACITANTES O FATALES, SUSTANCIAS CARCINÓGENAS COMPROBADAS              | IGUAL O MENOR DE 1                | IGUAL O MENOR DE 20                    | IGUAL O MENOR DE 0.05                     | IGUAL O MENOR DE 20        |



## Grado de exposición potencial



| GRADO | DESCRIPCIÓN DE LA EXPOSICIÓN <sup>a</sup>   | RANGO DEL LMPE (PPT ó CT) <sup>b</sup> |
|-------|---|--|
| 0     | No exposición con la sustancia química  | CMA ≤ 0.1 LMPE                         |
| 1     | Exposición poco frecuente con la sustancia química a bajos niveles o concentraciones                                      | 0.1 LMPE < CMA ≤ 0.25 LMPE             |
| 2     | Exposición frecuente con la sustancia química a bajas concentraciones o exposición poco frecuente a altas concentraciones | 0.25 LMPE < CMA ≤ 0.5 LMPE             |
| 3     | Exposición frecuente a altas concentraciones  | 0.5 LMPE < CMA ≤ 1.0 LMPE              |
| 4     | Exposición frecuente a muy altas concentraciones  | 1.0 LMPE < CMA                         |

- a. En caso de no existir datos de evaluaciones anteriores, se debe utilizar este criterio.  
 b. En caso de evaluaciones anteriores, se debe utilizar este criterio.



## Clasificación cualitativa del riesgo



|                            |   |        |      |          |      |          |
|----------------------------|---|--------|------|----------|------|----------|
| GRADO DE EFECTO A LA SALUD | 4 |        |      |          |      | MUY ALTA |
|                            | 3 | BAJA   |      |          |      | ALTA     |
|                            | 2 |        |      | MODERADA |      |          |
|                            | 1 |        | BAJA |          |      |          |
|                            | 0 | INOCUA |      |          | BAJA |          |
|                            |   | 0      | 1    | 2        | 3    | 4        |

GRADO DE EXPOSICIÓN POTENCIAL



Cuando la jornada es diferente a 8Hr, se tiene que realizar correcciones.

$$LMPE_{\text{corregido}} = ( Fc_{\text{día}} ) ( LMPE )$$

$$Fc_{\text{día}} = \left( \frac{8}{h_d} \right) \left( \frac{24 - h_d}{16} \right)$$

$h_d$ : es la duración real de la jornada. La corrección sirve en un rango de 6 a 11Hr diarias.



## Frecuencia de evaluaciones



| Valor de referencia (R) | Frecuencia mínima en meses |
|-------------------------|----------------------------|
| $0.5 \leq R \leq 1.0$   | una vez cada 12 meses      |
| $0.25 \leq R < 0.5$     | una vez cada 24 meses      |
| $R < 0.25$              | una vez cada 48 meses      |

$$R = \frac{\text{CMA}_{\text{corregido}}}{\text{LMPE}_{\text{corregido}}}$$

$$\text{LMPE en ppm} = \left(\frac{24.45}{\text{PM}}\right)(\text{LMPE en mg/m}^3)$$

PM: Peso molecular  
24.45: Volumen molar a TPN



## MODELO DE BRIEF & SCALA (Es el que emplea la STPS)



En 1975 R. S. Brief y R. A. Scala (AIHA), trabajando para Exxon, desarrollaron el primer modelo para jornadas distintas a las de 8 hrs / día y 5 días/semana dando las primeras recomendaciones para ajuste de los TLV's y los PEL's, bajo 2 ecuaciones una por día y otra por semana.

$$\text{TLV}_c = F_c \times \text{TLV} = F_c \times \text{LMPE} = \text{LMPE}_{\text{corregido}}$$

Ajuste por día:

$$F_{c_{\text{día}}} = \left[ \frac{8}{h_d} \right] \times \left[ \frac{24 - h_d}{16} \right]$$

$h_d$  = Tiempo de exp. al día

\*De acuerdo a NOM-010-STPS-1999 y jornada de 6 a 10h



Este modelo también tiene ajuste por semana:

$$Fc_{\text{semana}} = \left[ \frac{40}{h_s} \right] \times \left[ \frac{168 - h_s}{128} \right] \quad h_s = \text{T tiempo de exposición en una semana}$$



### CONCEPTOS CLAVE

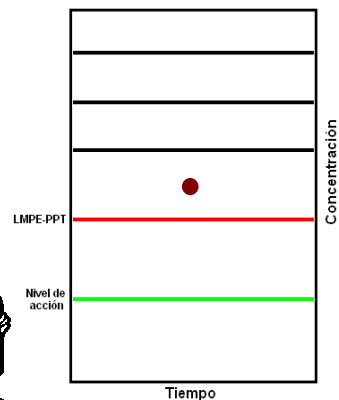
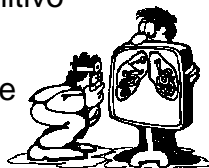
- Este modelo está basado en efecto sistémico (agudo o crónico) y el  $TLV_c$  podrá ser considerado TWA.
- No es válido para horarios de 24 h.
- Se puede emplear en semanas de 7 días de exposición, tomando en cuenta los tiempos de descanso.
- El modelo no es aplicable a jornadas menores de 7 a 8 hrs en semana de 35 hrs.
- No es aplicable a irritantes primarios.



### Qué se debe hacer cuando la exposición rebasa el LMPE-PPT?



- Exámenes médicos 1 vez cada 12 meses
- Vigilancia médica continua
- Programa de control
- Retiro temporal o definitivo de la exposición
- Aplicar un programa de control

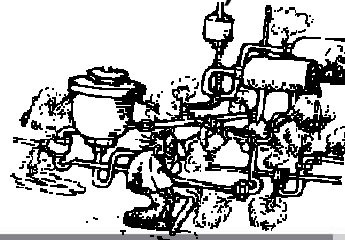




## Estrategias de control



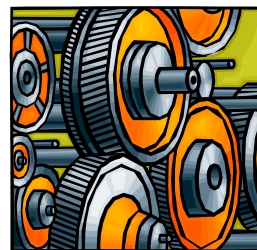
- ☑ Actuar sobre el **FOCO EMISOR**
- ☑ Actuar sobre el **MEDIO DE TRANSMISION**
- ☑ Actuar sobre el **RECEPTOR (TRABAJADOR)**



## Foco emisor



- ✘ Sustitución de materias primas
- ✘ Modificación de procesos
- ✘ Aislamiento del proceso
- ✘ Extracción localizada
- ✘ Mantenimiento





## Medio de transmisión



- ✘ Limpieza
- ✘ Ventilación general
- ✘ Ventilación localizada
- ✘ Aumento de distancias
- ✘ Sistemas de monitoreo y alarmas
- ✘ Cambio en condiciones ambientales



## Receptor



- ✘ Entrenamiento y formación
- ✘ Rotación del personal
- ✘ Equipo de protección personal





## Equipo de seguridad



Protección ocular



Casco



Protección Respiratoria



Zapatos de Seguridad



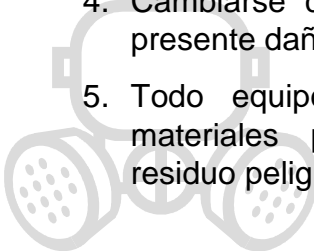
Uniforme



## Cuidados de EPP



1. Usarse para el riesgo que se indica.
2. Usarse como sea indicado.
3. Almacenarse de tal manera que no sufra daños.
4. Cambiarse cada que se termine su vida útil o presente daño irreparable.
5. Todo equipo que haya tenido contacto con materiales peligrosos debe manejarse como residuo peligroso.





# GRACIAS POR SU ATENCIÓN



**M. en C. Alejandra E. Olvera Bello**  
**e-mail: [alejandra.olverab@imss.gob.mx](mailto:alejandra.olverab@imss.gob.mx)**