

Ingeniería Ambiental CI41B

Semestre Primavera 2009

Prof. Marcelo Olivares

Miércoles 12 de Agosto

Decisiones en ingeniería

Diferentes criterios de decisión:

- Técnico (Efectividad)
- Económico: Mínimo costo y costo-beneficio (Eficiencia)
- **Análisis de riesgo**
- Impacto Ambiental
- Ético

Decisiones en ingeniería: Análisis de Riesgo

- Evaluación de riesgo: estima efectos potenciales de ciertos factores de peligro para la salud humana
- Manejo del riesgo: reducción de riesgos considerados inaceptables

Factores de riesgo: componentes ambientales asociados con un efecto adverso sobre un individuo (no necesariamente relación CAUSA-EFECTO)

- Exposición al factor de riesgo precede la aparición del efecto adverso
- El efecto adverso usualmente no se observa en ausencia del factor de riesgo
- A mayor intensidad del factor de riesgo, mayor es el efecto adverso
- La ocurrencia o magnitud del efecto adverso es significativamente mayor en presencia del factor que riesgo que en ausencia de éste

Decisiones en ingeniería: Análisis de Riesgo

- Evaluación de riesgo incluye 4 tareas o etapas:
 - Identificación del peligro (o factor de riesgo): Identificación de una sustancia que pueda tener efectos adversos sobre la salud
 - Caracterización del peligro: efectos en salud (dosis-respuesta)
 - Evaluación de la exposición a esta sustancia (¿Quién? ¿Rutas de exposición? ¿Duración de la exposición?)
 - Estimación de la probabilidad (riesgo) de ocurrencia de dichos efectos

Decisiones en ingeniería: Análisis de Riesgo

RIESGO

PELIGRO



PELIGRO + EXPOSICIÓN → RIESGO

¿Cómo expresar (cuantitativamente) un riesgo?

- ***Riesgo absoluto***

Ejemplo 1: En un pueblo de 10.000 habitantes funciona una fábrica de asbesto-cemento. El año pasado murieron 10 personas por asbestosis. ¿Cuál es el riesgo de morir de asbestosis?

- ***Riesgo relativo: Comparación con situación sin factor de riesgo (o con promedio del país)***

Ejemplo 2: En un pueblo de 10.000 habitantes funciona una fábrica de asbesto-cemento. El año pasado murieron 10 personas por asbestosis. En el pueblo vecino de 20.000 habitantes, donde no hay fábrica de asbesto, 2 personas murieron por asbestosis ¿Cuánto más probable es morir de asbestosis en el pueblo donde se ubica la fábrica?

Pasos de un análisis de riesgo ambiental

- ***Comparación con tasas de mortalidad por distintas causas***

Ejemplo 3: En el mismo pueblo del ejemplo 1

Ataque al corazón (5), Accidentes (4), Asbestosis (10), otros (6)

¿Cómo se compara el riesgo de morir de asbestosis con el riesgo de morir de un ataque al corazón?

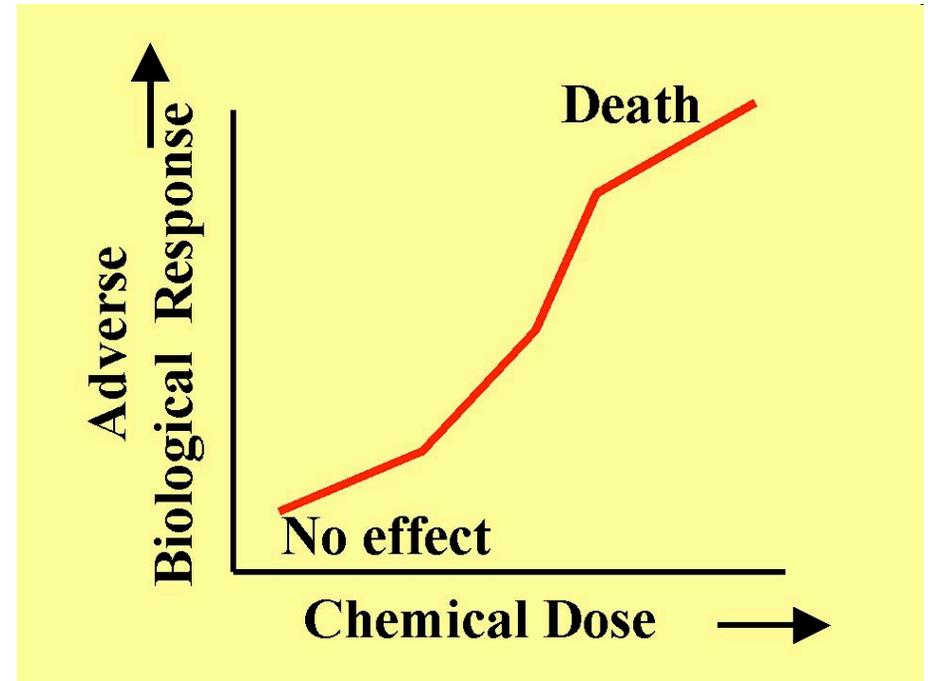
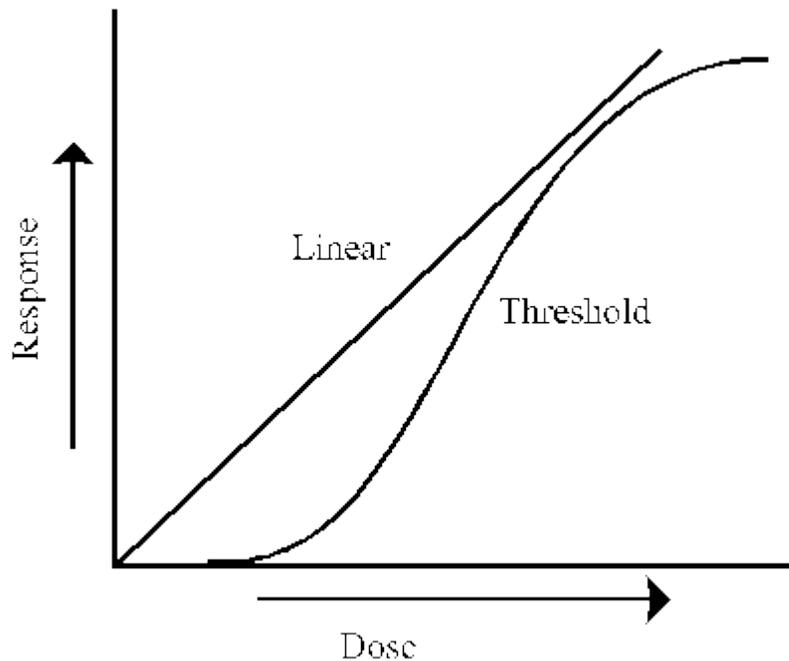
- ***Porcentaje del total de muertes***

- ***Pérdida de años de vida (días trabajados o años trabajados)***

Procedimiento de análisis de riesgo ambiental

- Definición de la **fuentes** y **tipo** de contaminante (¿De dónde viene? ¿Qué es?)
- Identificación de las **vías** y **tasas de exposición**
- Identificación de los potenciales **receptores** (¿Quién está bajo riesgo?)
- Determinación del **impacto potencial** del contaminante sobre la salud del receptor: **Curva dosis-respuesta** (Efectos cancerígenos y no cancerígenos)
- Definición del **impacto aceptable** (¿Qué efecto es tan bajo que se considera aceptable?)
- En base al efecto aceptable, determinación de la **dosis aceptable** (y el nivel de emisiones aceptable?)
- Si la situación actual excede los límites aceptables, determinar qué tecnología es necesaria para **controlar las emisiones**

Curvas dosis-respuesta



Para sustancias cancerígenas:

Riesgo a lo largo de la vida = Dosis diaria promedio * Factor de potencia

Factor de potencia: riesgo de ocurrencia de cáncer producido por una dosis diaria de 1 mg de contaminante/kg de peso corporal/día a lo largo de 70 años.

Dosis-respuesta

Ejemplo:

La EPA identifica el Cromo VI como cancerígeno, con un factor de potencia de $41 \text{ (mg/kg-día)}^{-1}$. Un incinerador de lodos sin un sistema de control emite Cromo VI a una tasa tal que la concentración inmediatamente viento debajo del incinerador es $0.0001 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

¿Será necesario controlar las emisiones para mantener un riesgo de 1 caso de cáncer adicional en 1 millón de personas?

Curvas dosis-respuesta

