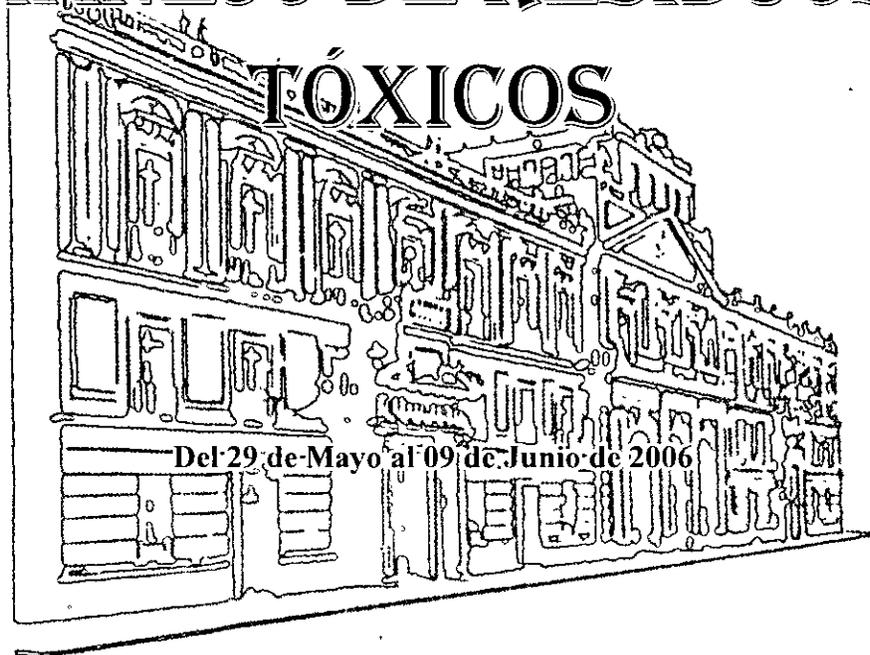




FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

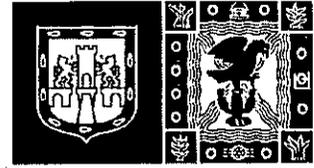
MANEJO DE RESIDUOS TÓXICOS



APUNTES GENERALES

CI - 032

Instructor: Ing. Fernando S. Gómez Martínez
DELEGACIÓN TLÁHUAC
MAYO/JUNIO DE 2006



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNAM**

MANEJO DE RESIDUOS TÓXICOS.

Módulo II: Manejo de Residuos Tóxicos.

Duración del Módulo: 20 Horas.

1. DEFINICIÓN Y CONCEPTOS DE RESIDUOS TÓXICOS.
2. RESIDUOS BIOLÓGICOS.
3. RESIDUOS QUÍMICOS E INDUSTRIALES.
4. RIESGO AMBIENTAL.

Periodo total de impartición del Módulo:
Del 29 de Mayo al 02 de Junio de 2006.

Nombre del Capacitador:
Ing. Fernando S. Gómez Martínez

ÍNDICE

OBJETIVO GENERAL	2
INTRODUCCIÓN	2
DEFINICIÓN Y CONCEPTOS DE RESIDUOS TÓXICOS.	3
EFFECTOS TÓXICOS	9
SUSTANCIAS TÓXICAS	19
RELACIÓN ENTRE DOSIS Y RESPUESTA	21
RESIDUOS BIOLÓGICOS.	59
RESIDUOS INFECCIOSOS	59
MANEJO	63
RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	63
ALMACENAMIENTO	66
RESIDUOS QUÍMICOS E INDUSTRIALES.	67
DESECHOS QUÍMICOS	67
PROCESOS FÍSICOS Y QUÍMICOS	72
MANEJO	76
ALMACENAMIENTO Y TRASLADO	79
RIESGO AMBIENTAL	80
DEFINICIONES	86
GENERACIÓN DE GASES TÓXICOS	86
FUEGO Y EXPLOSIÓN	86
FUNDAMENTO LEGAL	93
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	93
LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO	93
OTROS INSTRUMENTOS JURÍDICOS	94
ÁMBITO DE COMPETENCIA DE LA SEMARNAT.	95
DEL MANEJO DE LOS DESECHOS PELIGROSOS	95
RESPONSABILIDAD	96
VISIÓN DE LA SOCIEDAD CIVIL	99
BIBLIOGRAFÍA	102

OBJETIVO GENERAL

Al término del curso, el participante reconocerá, el manejo adecuado de los residuos tóxicos y la legislación ambiental.

INTRODUCCIÓN

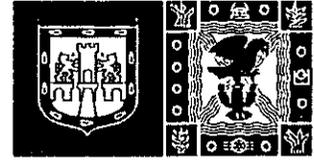
En México, el proceso de industrialización ha venido avanzando y diversificándose aceleradamente en los últimos cincuenta años. Lo cual ha traído como consecuencia una producción creciente y variada de residuos peligrosos.

En el futuro, con una economía moderna y abierta al comercio internacional, el volumen generado y su diversidad aumentarán con mayor rapidez.

Analicemos las cifras de residuos producidos por la industria en la República Mexicana en 1991. De un total generado de 45 mil toneladas diarias, se estima que casi una tercera parte corresponden a residuos peligrosos, esto es, 14.5 mil toneladas diarias.

Al año representan cinco millones de toneladas que tienen que ser dispuestas adecuadamente. En algunas regiones del país este problema es mayor debido a la composición particular de la industria.

Por ejemplo, se estima que en la zona fronteriza norte el 78% del total de residuos industriales es peligroso. La producción industrial contribuye con una tercera parte del producto Interno Bruto. Su participación en el empleo es aún mayor. Por ello, es fundamental que la actividad industrial sea sostenible, lo cual sólo lograremos, cuando asumamos plenamente la responsabilidad de manejar los residuos peligrosos y causemos el mínimo impacto a la salud y al ambiente.



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNAM**

MANEJO DE RESIDUOS TÓXICOS.

Módulo II: Manejo de Residuos Tóxicos. 20 Hrs.

Módulo III: Legislación ambiental 20 Hrs.

Duración total de los Módulos:
40 Horas.

Periodo total de impartición de los Módulos:
Del 29 de Mayo al 09 de Junio de 2006.

1. Definición y conceptos de residuos tóxicos.

En la actualidad no se cuenta con inventarios precisos que nos indiquen la cantidad de residuos tóxicos, se calcula que en el mundo se generan anualmente alrededor de 350 a 400 millones de toneladas de residuos peligrosos. Una gran parte de ellos proviene de industrias que contribuyen en forma importante con la economía de las sociedades industriales. Entre ellas están las industrias metalúrgicas del hierro y del acero o de metales no ferrosos y la industria química. Se suman otras fuentes, como las actividades agrícolas --generadoras de residuos de plaguicidas--, las extractivas (por ejemplo mineras y petroleras) y las de servicios (como los talleres automotrices que desechan aceites gastados).

La peligrosidad de tales residuos depende de su composición, ya que en la mayor parte de los casos se trata de mezclas complejas que contienen diversos tipos de sustancias. De ahí la importancia de contar con métodos analíticos que permitan realizar su caracterización.

Cabe señalar que en el comercio existen más de 100 000 sustancias, y que sólo para un número reducido de ellas se cuenta con información acerca de sus propiedades físicoquímicas, su toxicidad y biodegradabilidad, aspectos que definen su peligrosidad para la salud humana y el ambiente.

Es en función de esas propiedades y de la forma en que se presentan los residuos, que se puede determinar su peligrosidad. Así por ejemplo, residuos peligrosos en forma líquida pueden constituir un riesgo para los mantos freáticos si penetran a través de los suelos, en tanto que residuos particulados de pequeñas dimensiones pueden ser diseminados por el viento.

Las implicaciones de la disposición inadecuada de los residuos peligrosos para la salud y el bienestar público, así como para el ambiente, han quedado ampliamente evidenciadas por sucesos que pusieron de relieve que es más costoso remediar que prevenir.

Tal es el caso de los episodios de intoxicación por mercurio y cadmio acaecidos en Japón, en los que grupos de individuos que ingirieron alimentos contaminados con residuos industriales y mineros sufrieron graves problemas de salud que llevaron a algunos a la muerte.

Exposición de poblaciones humanas a metales por la
disposición inadecuada de residuos industriales

Año	Lugar	Causa	Metal	Consecuencias
1953	Japón	Descargas de Hg en la Bahía de Minamata.	Metilmercurio	En 83 adultos y 40 recién nacidos de la población que ingirió pescado contaminado se desarrolló una intoxicación crónica que afectó principalmente su sistema nervioso central.
1960	Japón	Descargas de Cd, Pb y Zn en un río cercano	Cd	La población que utilizaba el agua para bebida e irrigación desarrolló una intoxicación crónica por Cd (enfermedad de Itai-Itai)

Cd = Cadmio, Pb = Plomo, Zn = Cinc, Hg = Mercurio

Fuente: Ortiz Monasterio F., Cortinas de Nava C., Maffey García L., Manejo de los desechos industriales en México. Fundación Universo XXI, 1987.

También son conocidos los impactos económicos que ocasionaron la evacuación e indemnización de residentes de dos comunidades asentadas en áreas en las que se construyeron y abandonaron entierros de residuos químicos industriales

En Love Canal, Nueva York, Estados Unidos, el presupuesto asignado por el gobierno para la limpieza del lugar ascendió aproximadamente a 500 millones de dólares; mientras que en Lekkerkerk, Países Bajos, se estima que se gastaron cerca de 70 millones de dólares para limpiar el sitio afectado.

Ejemplos de exposición de poblaciones a confinamientos
no controlados de residuos industriales

Periodo de operación	Sitio	Residuos	Año del estudio	Hallazgos en la población expuesta
1920-1953	Love Canal, New York, E.U.	Compuestos Orgánicos	1978	Bajo peso al nacer y menor desarrollo físico
1940-1977	New Bedford, Massachusetts, E.U.	Bifenilos policlorados BPC's	1983	Niveles sanguíneos de BPC's
1947-1971	Triana, Alabama, E.U.	Plaguicidas	1983	Hipertensión arterial
1964-1972	Hardeman County, Tennessee, E.U.	Tetracloruro de carbono Hexacloro Pentadieno Hexacloro Heptadieno	1978	Lesiones Hepáticas transitorias
1970-1976	Lekkekerk, Países Bajos	Solventes orgánicos, metales	1980	Niveles sanguíneos de hidrocarburos aromáticos

Fuente: Ortiz Monasterio F., Cortinas de Nava C., Maffey García L., Manejo de los desechos industriales en México. Fundación Universo XXI, 1987.

Dichos sucesos fueron ampliamente difundidos por los medios de comunicación y, junto con los accidentes químicos acaecidos en Seveso, Italia, y Bophal, India, contribuyeron a desarrollar una actitud negativa por parte de las comunidades hacia el establecimiento y operación de instalaciones peligrosas en sus localidades.

Esta posición --conocida como el síndrome de "no en mi patio trasero" (Nimby)-- ha tenido su equivalente en la actitud de funcionarios públicos temerosos de las repercusiones de sus decisiones, quienes se niegan a firmar autorizaciones para construir u operar tales instalaciones o plantas para el tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.

Las actitudes antes descritas no sólo están consideradas como contrarias al desarrollo de las economías nacionales, sino que además son peligrosas, en la medida en que impiden establecer la infraestructura necesaria para dar un manejo ambientalmente seguro a los residuos y conducen a una disposición final inadecuada de éstos, lo que incrementa los riesgos.

Los accidentes químicos más publicitados

Año	Lugar	Sustancias involucradas	Consecuencias
1977	Seveso, Italia	Dioxinas	193 personas con efectos adversos en la piel (cloroacné) 733 personas evacuadas. 100 000 animales muertos.
1984	Bophal, India	Isocianato de metilo	2 000 muertes; 10 000 personas con efectos agudos; 100 000 personas afectadas en su bienestar.
1986	Basilea, Suiza	Plaguicidas, mercurio, etcétera.	Contaminación del río Rhin

Fuente: Ortiz Monasterio F., Cortinas de Nava C., Maffey García L., Manejo de los desechos industriales en México. Fundación Universo XXI, 1987.

Se ha respondido al problema citado con la elaboración y desarrollo de legislaciones y estrategias que permitan dar acceso a la información a las comunidades, en forma tal que éstas puedan establecer juicios fundamentados y tomar parte en la planeación sobre el sitio de asentamiento de las instalaciones de tratamiento de residuos, así como estar al tanto de las medidas de seguridad y emergencia implantadas en dichas instalaciones.

Un problema adicional y de amplias repercusiones fue el descubrimiento en Francia, de residuos peligrosos provenientes de la limpieza del sitio en el que ocurrió el accidente químico en Seveso, Italia. Asimismo, causaron impacto las noticias divulgadas por los periódicos acerca de barcos que zarparon de Estados Unidos y de Europa, buscando desembarcar residuos peligrosos en países en desarrollo, y que tuvieron que retornar su carga al lugar de origen ante el rechazo generalizado de los países con los que habían establecido contacto para solicitar su admisión en su territorio.

Es en respuesta a tales prácticas que se han establecido convenios binacionales y multinacionales diversos para regular el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos, entre los que destaca el Convenio de Basilea, y que alrededor de 90 países han determinado prohibir la importación de tales residuos.

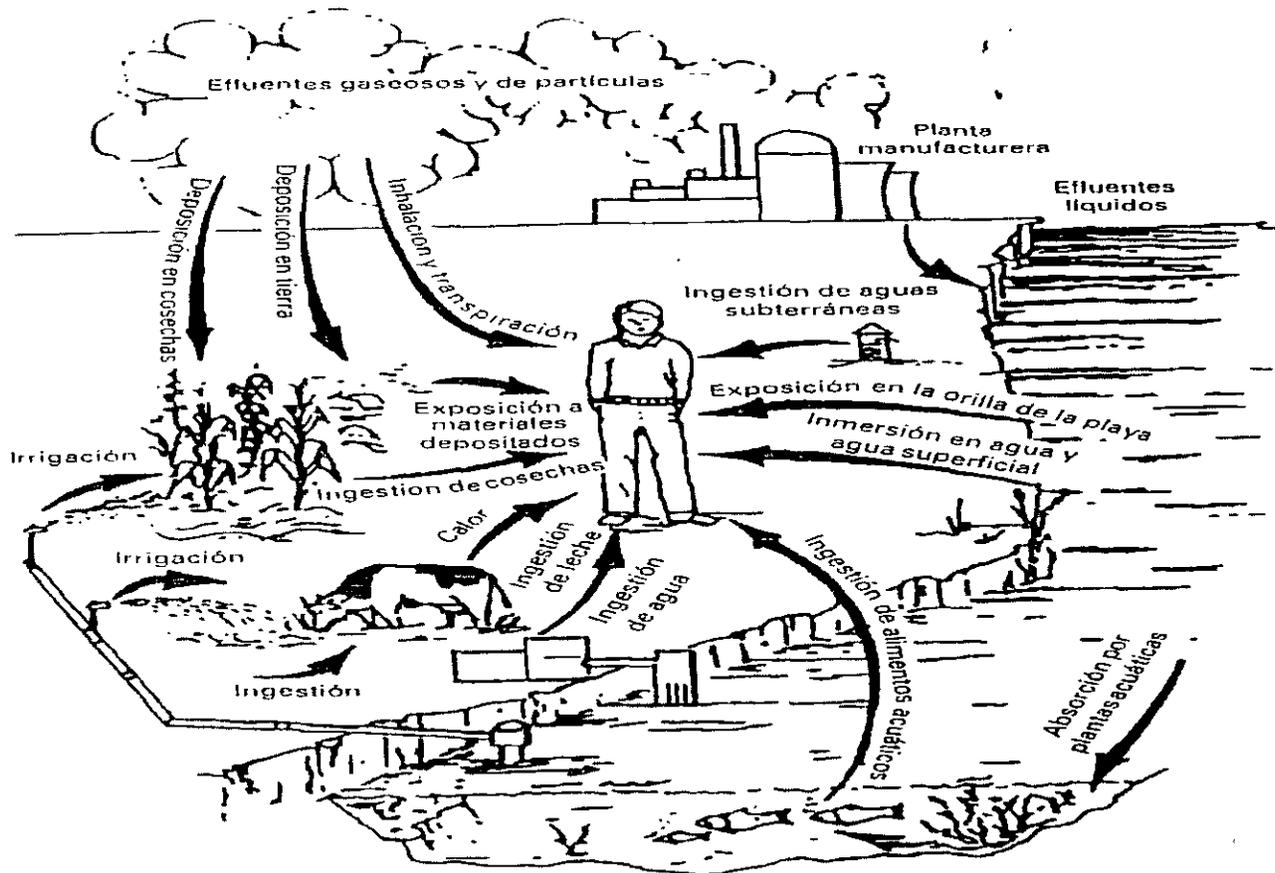
Todo lo expuesto llevó a incluir en la Agenda 21 --documento que plantea el marco para la instrumentación de programas que permitan el desarrollo sustentable, surgido de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo -- un capítulo sobre el manejo ambientalmente idóneo de los residuos peligrosos.

Objetivos de las áreas programáticas del capítulo
de la Agenda 21 sobre el manejo ambientalmente idóneo de los RP

1. Promover la prevención y reducción al mínimo de la generación de RP a través de métodos limpios de producción; evitar el uso de sustancias peligrosas cuando existan sustitutos; recuperar materiales, reciclarlos, reusarlos de modo directo o mediante usos alternativos.
 2. Mejorar el conocimiento y la información sobre los aspectos económicos de la prevención y administración de los RP.
 3. Aumentar el conocimiento acerca de los impactos de los RP en la salud y el ambiente.
 4. Promover y fortalecer las capacidades institucionales para prevenir, minimizar y administrar los riesgos asociados con los RP.
 5. Promover y fortalecer la cooperación internacional en el manejo de los movimientos transfronterizos de RP, incluyendo el control y monitoreo, consistente con los instrumentos legales regionales e internacionales.
-

Fuente: Agenda 21, Capítulo 20. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo. 1992.

1.1 Efectos tóxicos

**Aspectos toxicológicos y efectos en la salud.**

Se define como tóxico a toda sustancia o residuo para el cual se ha encontrado que la exposición de seres humanos incluso a dosis bajas es fatal, o bien que al ser inhalado, ingerido o al ingresar al organismo a través de la piel puede provocar efectos agudos o crónicos, incluyendo cáncer.

a) Etapas de la interacción de los residuos peligrosos con el organismo humano.

Exposición: se considera que un individuo está expuesto cuando el residuo³ peligroso se encuentra en la vecindad inmediata de las vías de ingreso al organismo: respiratoria (inhalación); tegumentaria (absorción a través de la piel y las mucosas) y gastrointestinal (ingestión).

Absorción: consiste en el paso del residuo peligroso, a través de las membranas biológicas correspondientes, a la circulación sistémica. En la sangre las sustancias que lo componen se solubilizan en el plasma y/o se unen a las proteínas plasmáticas o a los glóbulos rojos.

Distribución: corresponde a la fase en la cual el residuo peligroso o las sustancias que lo componen son distribuidos por la sangre a los tejidos corporales para luego ser metabolizados, retenidos o excretados.

Eliminación: ocurre ya sea por excreción urinaria y/o intestinal y por biotransformación (sinónimo de metabolismo). En términos globales, el metabolismo tiende a generar sustancias menos activas y fácilmente excretables.

Acumulación: de acuerdo con las características físico-químicas del residuo peligroso, o de las sustancias que lo componen, puede llegar a fijarse en ciertos tejidos y acumularse en ellos e interactuar con las macromoléculas celulares.

b) Determinación de la exposición.

La evaluación de la exposición corresponde a la estimación --cualitativa o cuantitativa-- de la dosis (cantidad de sustancia que ingresa al organismo), frecuencia, duración y ruta a través de la cual se produce la exposición.

En el caso de los residuos peligrosos, una dificultad mayor que enfrenta la determinación de la exposición es que frecuentemente se trata de mezclas complejas de sustancias químicas en concentración variada y cuyos efectos pueden diferir en esas condiciones, ya que las sustancias entre sí pueden antagonizarse o potenciarse.

Para determinar la exposición potencial es preciso conocer:

- 1 El número, tipo y volumen de los agentes químicos desechados; el periodo de tiempo de las operaciones de manejo de los residuos peligrosos y las cantidades de los agentes particulares que los componen en un momento dado.
- 2 Las rutas más probables de movilización de los residuos peligrosos hasta entrar en contacto con las personas.
3. La integridad y estructura de los depósitos de residuos químicos.
4. Los métodos de contención de los mismos.
5. La persistencia de los agentes químicos.
6. Las características meteorológicas y geológicas del sitio de desecho.
7. Las fuentes de abastecimiento de agua de las poblaciones vecinas.

Rutas posibles de exposición a través de distintos medios.

Medio	Rutas de exposición
Agua: subterránea superficial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestión directa. 2. Contacto dérmico y/o reacción. Contacto ocular y/o reacción. 3. Inhalación secundaria debido a usos domésticos.
Suelo:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingestión directa (principalmente por niños de 9 meses a 5 años de edad). 2. Absorción dérmica. Contacto ocular y/o reacción. 3. Inhalación de sustancias volatilizadas del suelo. 4. Inhalación de polvo arrastrado. 5. Ingestión de contaminantes inhalados; capturados por macrófagos pulmonares barridos por las células mucociliares.
Aire: intramuros extramuros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inhalación. 2. Diseminación de contaminantes extramuros inhalados capturados por los macrófagos pulmonares.

Alimentos:

1. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de agua contaminada.
2. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la ingesta de tierra, polvo o aire contaminados.
3. Ingestión de plantas, animales o productos contaminados, secundaria a la inhalación, evaporación y transpiración de aire contaminado.
4. Contacto dérmico con y/o reacción a plantas, animales y productos contaminados; contacto ocular y/o reacción.

Medios diversos,
lodos, sedimentos,
etcétera.

1. Ingestión directa.
2. Contacto dérmico; contacto ocular y/o reacciones.
3. Inhalación secundaria a la volatilización o arrastre de medios diversos.
4. Ingestión de plantas, animales y productos contaminados; ingestión secundaria al contacto con medios diversos contaminados (exposición a desechos de materiales de construcción, etcétera).

Fuente: Health Assessment Format, Guidelines and Methodology. U.S. Public Health Services Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1989.

En general, se considera que la exposición humana potencial es mayor en los sitios activos en los que se manejan residuos peligrosos, que en aquellos que han sido abandonados, salvo que en ellos se encuentren sustancias persistentes y bioacumulables.

La forma más directa de determinar la exposición es por medio del análisis de la concentración alcanzada por las sustancias que componen los residuos peligrosos, en muestras de tejidos o en fluidos biológicos de las personas expuestas.

Los agentes químicos difieren en su potencia, ya que para producir un mismo efecto se requieren dosis diferentes, siendo más potente el que en una cantidad menor produce primero el efecto. Para dar un ejemplo de ello, en el cuadro siguiente se indican las dosis de distintas sustancias tóxicas requeridas para provocar la muerte en 50% de los animales expuestos.

Dosis tóxicas de referencia de algunas sustancias que se pueden encontrar en los RP

Agente químico	Dosis letal 50 para ratas (mg/kg)
Cianuro	3
Acetato de fenil mercurio	30
Dieldrin	46
Pentaclorofenol	50
DDT	113
Naftaleno	1780
Tolueno	5000

Fuente: Managing the Risks of Hazardous Waste. Congress of the United States. Office of Technology Assessment. EUA 1983.
c) Posibles efectos en la salud de los residuos peligrosos

La información acerca de los efectos potenciales en la salud de los residuos peligrosos ha sido obtenida a partir de:

*Estudios realizados en animales de experimentación expuestos en forma controlada a las sustancias que hacen peligroso a un residuo.

*La evaluación clínica de trabajadores expuestos a dichas sustancias en el ambiente laboral.

* El examen de personas que accidentalmente entraron en contacto con residuos peligrosos o residentes de lugares empleados previamente como depósito de dichos residuos, como se puede apreciar en las tablas.

Afecciones del aparato respiratorio:

La inhalación de sustancias presentes en los residuos peligrosos puede producir diferentes problemas respiratorios que varían en función de las características de dichas sustancias y de la forma y severidad de la exposición.

Sustancias como ácidos o bases y agentes corrosivos o altamente reactivos (amoníaco, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y cloro) pueden provocar quemaduras y dar lugar a edemas pulmonares si la exposición es muy alta; en tanto que exposiciones continuas a bajas concentraciones producen irritación de las vías aéreas y favorecen la aparición de infecciones respiratorias en el corto plazo, así como bronquitis o enfisema pulmonar en el mediano y largo plazos.

La exposición a fibras como el asbesto puede desarrollar procesos de cicatrización pulmonar y, como consecuencia, una fibrosis pulmonar.

Afecciones del sistema cardiovascular:

Se sospecha que sustancias como el disulfuro de carbono y el plomo pueden provocar depósitos de colesterol en los vasos sanguíneos pequeños, lo que dificulta la circulación sanguínea y aumenta el riesgo de sufrir ataques cardíacos.

Afecciones sanguíneas:

Sustancias como el monóxido de carbono, las anilinas, el tolueno y el trinitrotolueno, el benceno, el cloruro de vinilo, el cloruro de metilo, la arsina y el plomo pueden interferir con la habilidad de la hemoglobina para fijar y liberar oxígeno, o dañar la membrana de los glóbulos rojos, con la consecuente liberación de hemoglobina, lo cual puede causar daño renal.

De acuerdo con el tipo de exposición, puede producirse anemia aguda o crónica y en algunos casos -como ocurre con la exposición al benceno-- leucemia.

Afecciones hepáticas:

Agentes químicos como el tetracloruro de carbono, el tetracloroetano y otros derivados halogenados; metales como el antimonio, el berilio, el cadmio, el manganeso o el selenio; sustancias como el dioxano, el fenol, el naftaleno, el dimetil sulfato, la hidracina o el nitrobenzono, pueden ocasionar daño hepático y ser causa de hepatitis o de fibrosis hepática (cirrosis).

Afecciones renales:

El bloqueo de la circulación o del transporte de oxígeno en el riñón puede dar lugar a afecciones renales agudas, como ocurre tras la exposición a agentes como el disulfuro de carbono y el plomo. Sustancias tales como el mercurio, el cromo, el arsénico, el ácido oxálico y el etilenglicol pueden dañar los tubos renales.

Afecciones del sistema nervioso:

Los acetatos, los alcoholes, los éteres, las cetonas y derivados bromados pueden provocar alteraciones en el sistema nervioso, en tanto que los gases asfixiantes y el monóxido de carbono pueden ocasionar daños por privación de oxígeno al cerebro.

También afectan la función nerviosa los plaguicidas, los plastificantes, el mercurio, el plomo, el manganeso y el arsénico.

Afecciones de la piel:

Un gran número de sustancias están consideradas como irritantes primarios de la piel.

Entre ellas están: ácidos y bases fuertes; algunas sales metálicas o metales simples, y diversos compuestos orgánicos que pueden penetrar las barreras externas de la piel y dañar las capas internas.

Otras más son capaces de provocar reacciones alérgicas descritas como dermatitis de contacto. Entre ellas están los dicromatos, las resinas epóxicas, los aceleradores de caucho, el hexaclorofeno, el biotínol, las salicilamidas y la formalina.

Algunas sustancias contenidas en los combustibles fósiles y los aceites vegetales pueden llegar a ocasionar cáncer de piel.

Afecciones reproductivas:

Problemas en la reproducción, como es el caso de la impotencia, la esterilidad, la pérdida fetal, la muerte perinatal y algunos defectos congénitos pueden asociarse con la exposición a diversos agentes químicos --aunque también pueden ser ocasionados por factores de otra índole. Sustancias como el cloruro de vinilo; plaguicidas como el DDT, el aldrin y el malation; los bifenilos policlorados; el cloropreno, la epiclorhidrina; el benceno y el plomo han estado asociados con mutación de las células germinales, infertilidad y teratogénesis.

Desarrollo de cáncer:

Estudios epidemiológicos han permitido identificar cerca de treinta agentes capaces de inducir cáncer, de los cuales veinte se han detectado en el ambiente laboral (entre ellos aminas, arsénico, asbesto, bicloro-metil-éter, benceno, cadmio, cromo, isopropilos, gas mostaza, níquel, hidrocarburos policíclicos aromáticos, cloruro de vinilo, radiaciones ionizantes y luz ultravioleta).

Estudios experimentales en animales indican que más de 700 compuestos químicos son carcinógenos potenciales. Cabe resaltar que uno de los factores de riesgo de cáncer más importantes es el tabaco.

Efectos genotóxicos:

Diversas sustancias han mostrado tener capacidad de interactuar con el material genético de las células, provocando cambios (mutaciones) que pueden favorecer el desarrollo de cáncer, padecimientos hereditarios y probablemente envejecimiento prematuro.

Desarrollo de cánceres y exposición
a sitios contaminados por RP

Lugar	Tipo de cancer	Observaciones
New Jersey	Gastrointestinal	Elevación del riesgo en la población con residencia cercana a sitios contaminados
	Mamario	
	Leucemia	Elevación del riesgo en mujeres expuestas por ingestión de agua contaminada con tricloroetileno y tetracloroetileno, provenientes de RP
Woburn, Massachusetts	Leucemia	Elevación del riesgo en niños expuestos por ingestión del agua contaminada con tricloroetileno y tetracloroetileno, provenientes de RP.
Winnebago, Illinois	Vejiga	Agrupamiento de cánceres en la población que se abastece de agua contaminada por residuos de solventes.
Gassim, Arabia Saudita	Esofágico	Elevación del riesgo entre la población que ingiere agua contaminada con hidrocarburos.

Fuente: National Research Council, Environmental Epidemiology: Public Health and Hazardous Wastes, National Academy Press, Washington, D.C., 1991

Efectos reproductivos y
exposición a RP

Sitio	Efectos reproductivos	Observaciones
Woburn, Massachusetts	Muertes perinatales	Asociación positiva entre los casos y la residencia en lugares con pozos contaminados por RP.
	Malformaciones congénitas	
Santa Clara, California	Abortos espontáneos	Agrupamiento de casos entre la población que consumió agua contaminada por desechos de solventes.
	Bajo peso al nacer	
	Malformaciones congénitas	
Tucson, Arizona	Anomalías cardíacas congénitas	Asociación positiva entre los casos y el consumo de agua contaminada con tricloroetileno.

Fuente: National Research Council, Environmental Epidemiology: Public Health and Hazardous Wastes, National Academy Press, Washington, D.C., 1991. Peligros de infección:

Los residuos generados como consecuencia de la elaboración de diagnósticos, tratamientos o inmunizaciones a los seres humanos y animales, así como los provenientes de investigaciones relacionadas o aquellos derivados de la producción y prueba de reactivos biológicos son actualmente objeto de regulación y control para prevenir riesgos a la salud, en particular los de tipo infeccioso.

Las regulaciones cubren aspectos relacionados con el manejo de tales desechos intramuros en los lugares donde se generan y, en su caso, durante su transporte a los sitios donde reciben tratamiento y en los que se confinan una vez tratados, lo que implica la intervención de tres tipos de autoridad: sanitaria, del transporte y del ambiente. Ante todo, debe prohibirse y vigilarse que no se disponga de los residuos infecciosos inadecuadamente, para evitar que éstos se difundan en el ambiente y puedan ocasionar graves problemas de salud.

Residuos biológicos Infecciosos

Tipo de residuo	Descripción
Cultivos y cepas	Comprenden los cultivos y cepas de agentes infecciosos desechados por laboratorios médicos y patológicos, de investigación o industriales; vacunas vivas atenuadas; y cajas de cultivo o materiales empleados para transferir o inocular cultivos.
Desechos patológicos	Organos o tejidos de pacientes.
Sangre humana o productos sanguíneos	Incluye sangre líquida desechada o subproductos, así como cualquier elemento saturado o embebido de sangre y sus contenedores.
Objetos punzocortantes	Utilizados en el cuidado o tratamiento médico de pacientes o de animales enfermos, en investigación o en laboratorios industriales. Incluye objetos de vidrio que hayan estado en contacto con agentes infecciosos.
Desechos animales	Cadáveres, órganos o tejidos de animales expuestos a agentes infecciosos o empleados en evaluaciones toxicológicas.
Desechos aislados	Desechos biológicos y materiales contaminados con sangre, excreciones, exudados o secreciones de seres humanos aislados por padecer enfermedades contagiosas o animales infectados.

Fuente: Modificado de NTCC. Cargo Tank Hazardous Material Regulations. C. J. Harvison, J. L. Conley y L. Metcalfe Eds., pp 155. 1992

Las enfermedades infecciosas se propagan debido a la interacción entre los agentes infecciosos patógenos y los individuos susceptibles.

Etapas del proceso infeccioso

1. Introducción del agente patógeno al organismo.
2. Aprovechamiento del metabolismo de los tejidos del organismo por el agente infeccioso.
3. Resistencia del agente patógeno a los sistemas de defensa del organismo.
4. Producción de daño al organismo afectado

El resultado del proceso infeccioso depende, por tanto, de:

- * La virulencia del agente patógeno.
- * El número de agentes patógenos.
- * La vía de entrada al organismo.
- * La susceptibilidad del organismo.

Fuente: Modificado de un estudio realizado para la Dirección General de Normatividad Ambiental, INE, Sedesol, 1993.

La virulencia de un agente infeccioso está determinada por su patogenicidad, por el nivel de toxicidad de las sustancias que produce en el organismo y por su capacidad de penetración. Sin embargo, a estas características hay que añadir los factores ambientales favorables al agente infeccioso.

Las condiciones para la propagación de una infección se dan, por ejemplo, cuando un agente no es muy virulento pero se reproduce fácilmente y tiene altas oportunidades para entrar en contacto con los individuos.

Por otra parte, para evaluar la peligrosidad de los residuos hospitalarios se consideran:

- a) Los riesgos inherentes a los residuos.
- b) La contaminación producto de su incineración.
- c) Los agentes patógenos viables que forman parte de los residuos con capacidad para inducir enfermedades, en especial hepatitis B y el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA).

1.2 Sustancias Tóxicas

Principales tipos de residuos peligrosos.

Dentro de las clasificaciones internacionales de residuos peligrosos se incluyen a los residuos aislados, mezclados o en solución; a los sólidos, líquidos o lodos generados como subproductos de procesos; y a los aceites gastados, resultantes de la limpieza de maquinarias e instalaciones. Estos residuos están considerados como un peligro potencial para la salud humana, los bienes o el ambiente, en virtud de sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas.

Asimismo, se consideran residuos peligrosos aquellas materias primas y productos químicos que caducan, se deterioran, se retiran del comercio o dejan de utilizarse; lo cual plantea la existencia de múltiples fuentes generadoras de residuos, eventualmente sujetas a regulación y control (por ejemplo, los residuos peligrosos que se generan en el hogar no son normados).

Distintos países y organismos internacionales han establecido clasificaciones y listados diferentes de residuos peligrosos. Sin embargo, hay cierta coincidencia en aquellos de elevada peligrosidad para la salud o el ambiente.

Ejemplos de RP.

Ácidos y álcalis: comprenden una gran variedad de sustancias, las más comunes de las cuales se producen y emplean en grandes cantidades; tal es el caso de las mezclas crómica y sulfonítrica, del agua regia, las soluciones residuales de procesos electroquímicos, las soluciones alcalinas de lavado y fabricación de papel y celulosa.

Estas soluciones acuosas pueden disolver y movilizar metales en los suelos y contaminar cuerpos de agua.

Asbestos: bajo esta denominación se incluye un grupo de fibras minerales naturales empleadas en la generación de gran cantidad de productos, prácticamente indestructibles y no flamables; sin embargo, los asbestos ocasionan problemas respiratorios en los trabajadores expuestos a ellos en el ambiente laboral. Se considera a la crocidolita, un tipo especial de asbesto, la principal forma de asbesto involucrada en el desarrollo del cáncer del pulmón y de la pleura.

Cianuros: son ampliamente utilizados, particularmente en el beneficio de metales y en la síntesis de productos químicos tales como plaguicidas y polímeros. Los cianuros se caracterizan por su gran toxicidad.

Fenoles: son sustancias altamente corrosivas y peligrosas en su manejo; empleadas para producir resinas, herbicidas, desinfectantes y otros.

Plaguicidas (herbicidas e insecticidas): son en sí productos peligrosos pero, además, durante su síntesis se pueden generar sustancias intermedias con propiedades que las hacen tan peligrosas como los residuos de los propios plaguicidas; es el caso de las dioxinas que estuvieron involucradas en el accidente ocurrido en Seveso, Italia.

Bifenilos policlorados (BPC's): al igual que los bifenilos polibromados (BPB's), han tenido un amplio uso como aislantes eléctricos y plastificantes (fabricación de películas plásticas aplicadas a utensilios de cocina), así como antisecantes. Por su gran persistencia y sus efectos tóxicos, se ha buscado a nivel mundial prohibir su producción y sustituirlos por sustancias menos peligrosas.

Metales pesados: la toxicidad de un gran número de ellos es bien conocida, así como su persistencia y capacidad de bioacumulación, razones por las cuales su manejo está sujeto a regulación y control

Residuos de pinturas: los procesos de producción de pinturas, barnices y lacas se caracterizan por generar grandes cantidades de RP que incluyen: mezclas de solventes orgánicos --hidrocarburos aromáticos, derivados halogenados, cetonas y aldehidos-- resinas vinílicas, acrílicas, y epóxicas; pigmentos y colorantes diversos, algunos a base de metales pesados.

Residuos de gases combustibles del petróleo: en los procesos de extracción del petróleo se genera gas natural y gas de petróleo, considerados ambos como RP si no se utilizan integralmente.

Residuos de petróleo: los procesos de extracción, destilación y cracking generan mezclas de sustancias que pueden convertirse en RP, tales como: hidrocarburos aromáticos policíclicos, asfaltenos, azufre y metales pesados.

Solventes orgánicos: en este grupo se incluyen hidrocarburos alifáticos y aromáticos, sus derivados halogenados, cetonas, aldehidos, ésteres, éteres y otras sustancias. Se emplean en gran diversidad de procesos, en particular en la limpieza de equipos y motores y en la industria electrónica.

¿Cómo se reconoce que una sustancia es peligrosa para la salud y para el medio ambiente?

Para responder a esta pregunta se hace referencia a lo que se determina como **CRETIB**, que, en breve significa:

Corrosividad
Reactividad
Explosividad
Toxicidad
Inflamabilidad
Biológico Infeccioso

Cualquier sustancia o residuo que tenga por lo menos una de estas características se considerará como peligrosa. Posteriormente se revisarán con más detalle.

1.3 Relación entre dosis y respuesta.

Cuando el tóxico llega al organismo, dependiendo de la vía de exposición, entra en contacto con las superficies epiteliales del tracto digestivo, del aparato respiratorio o de la piel.

Cuando cruza esas membranas y alcanza el torrente sanguíneo, se considera que el tóxico penetró al organismo. La sangre lo transporta a los distintos órganos y en uno o en varios de ellos puede llegar a causar un daño permanente. La cantidad de tóxico que penetra al organismo puede ser muy diferente de la cantidad inhalada o ingerida, debido a que la sustancia no siempre está 100% biodisponible.

Por ejemplo; el arsénico ingerido en el agua se absorbe casi totalmente, pero se absorbe mucho menos si el vehículo de ingreso es el suelo. El arsénico no está igualmente disponible cuando está absorbido en las partículas de suelo que cuando está disuelto en el agua. En este caso, para ingestas de la misma cantidad de arsénico, una persona tendrá una concentración mayor en sangre cuando el vehículo fue el agua potable.

Para estudiar el transporte, modificaciones y destino de los tóxicos dentro del organismo es necesario determinar la concentración de las especies químicas que producen los daños, así como medir la magnitud de esos daños.

Las sustancias que llegan a las superficies de contacto del organismo con el medio ambiente lo penetran a velocidades diferentes, dependiendo de sus propiedades fisicoquímicas y de las condiciones que existan en la superficie de contacto, tales como, área y permeabilidad de la membrana de contacto y magnitud del flujo sanguíneo en la zona de contacto.

El xenobiótico es transportado por la sangre a los distintos órganos del cuerpo en los que se distribuye y en algunos de ellos puede llegar a producir un daño. Desde el momento en que el tóxico penetra en el organismo empieza a ser transformado por las distintas enzimas del organismo de las que pueden ser sustrato.

Al conjunto de reacciones que convierten los tóxicos en especies químicas distintas que pueden ser menos o más dañinas que el tóxico original, se le da el nombre de biotransformación. Si los convierten en sustancias más dañinas se dice que el proceso fue una bioactivación y si lo convierten en sustancias menos peligrosas se dice que el proceso fue una destoxificación.

Los procesos de destoxificación normalmente consisten en incrementar la polaridad de los xenobióticos lo cual los hace menos difundibles a través de las membranas biológicas y más solubles en el agua, lo cual facilita su excreción en forma de solución acuosa (orina).

Estos procesos reducen la cantidad de tóxico que penetra al tejido blanco, así como, el tiempo de permanencia del tóxico dentro del organismo y, por lo tanto reducen la magnitud del daño probable a las células del tejido blanco.

Además del tiempo y concentración de contacto entre el tóxico y el tejido blanco también influyen en la magnitud del daño la toxicidad del agente y el estado del receptor. Los daños producidos pueden ser reversibles debido a que las células tengan capacidad de reparar los daños que sufran o bien pueden ser irreversibles y producir una transformación permanente, incluyendo la muerte de la célula, en cuyo caso se dice que se produjo una respuesta tóxica.

A partir del estudio de la relación que existe entre la dosis contactada por un organismo y la magnitud de la respuesta tóxica se llega a la estimación de los índices toxicológicos que son una medida de la peligrosidad de una sustancia.

Este parámetro es el que se usa para estimar los riesgos en la población expuesta a los tóxicos, que se encuentran en los distintos medios que constituyen el ambiente de una determinada población que habita, trabaja o hace otros usos de un sitio contaminado

Cuantificación de tóxicos en el organismo.

Como se mencionó anteriormente, la respuesta tóxica en un órgano determinado depende de la exposición de ese órgano al tóxico, o sea el daño depende de la concentración de la sustancia en el tejido blanco. Es evidente que si se desea estudiar cuantitativamente el efecto de los tóxicos ambientales en la salud del hombre es necesario poder estimar la cantidad de tóxico que realmente entró al organismo, estudiar las transformaciones que le hace el metabolismo y las concentraciones en las que se encuentran las especies tóxicas en los distintos órganos del cuerpo.

La estimación de la concentración de las especies tóxicas en los medios corporales se puede hacer de dos formas: por medio de muestreo biológico y por el uso de marcadores biológicos.

Muestreo biológico.

El muestreo biológico o dosimetría interna consiste en la determinación cuantitativa de la concentración del tóxico o sus metabolitos en uno o más medios corporales del organismo expuesto.

Esta información se usa para estimar la exposición que experimentan cada uno de los tejidos del cuerpo, con el fin de estimar la magnitud de la exposición ambiental y para demostrar que existió una exposición efectiva. El simple hecho de que el tóxico se encuentre dentro del organismo es la prueba de que existió la exposición.

El diseño del muestreo biológico consiste en seleccionar el medio biológico que se va a muestrear, la especie química que se deberá analizar y el tiempo al que se deberá tomar la muestra.

Es necesario asegurarse que las condiciones de muestreo sean las que proporcionen observaciones de valores representativos del nivel del tóxico en el organismo.

Factores principales que se consideran al diseñar el muestreo.

Tipo de Exposición. En el caso de las exposiciones intermitentes el tiempo transcurrido desde la exposición es muy importante debido a que la concentración del agente puede variar rápidamente con el tiempo. La concentración interna se incrementa al inicio de la exposición y después empieza a disminuir debido al efecto de los procesos de desintoxicación del organismo (metabolismo y excreción). El tiempo transcurrido no es tan importante si la exposición es continua, ya que la concentración del compuesto estará prácticamente constante, cuando se establece el régimen estacionario.

Movilidad y metabolismo. Dependiendo de las propiedades fisicoquímicas y bioquímicas del tóxico éste se transportará a distintas velocidades hacia los órganos, se acumulará y se transformará a velocidades diferentes en cada uno de los órganos en los que penetró. Si el compuesto original se biotransforma rápidamente, entonces su concentración en los medios biológicos será muy baja y en ese caso es más significativo seguir la concentración de sus metabolitos. El compuesto se puede encontrar en la sangre, acumulado en grasa, pelo, uñas, músculo o hueso, o encontrarse en las secreciones del organismo (orina, heces, leche, sudor) etc.

Facilidad de muestreo. - Se prefiere analizar los medios de los que se puedan obtener las muestras más fácilmente, invadiendo el organismo lo menos posible. Se prefiere el medio en el que se encuentre la especie química relevante en forma más fácil de analizar.

Orina.

En este medio se encuentran los xenobióticos y/o sus productos de excreción que sean solubles en agua. El muestreo es muy sencillo, no requiere de procedimientos invasivos ni de personal especializado. Como la orina es una solución acuosa homogénea es muy fácil estimar la recuperación del analizando.

Los cambios en flujo y composición de la orina influyen sobre la concentración de las sustancias en este medio y por lo tanto los resultados se deben de corregir por estos factores.

Sangre.

Como se mencionó anteriormente, la sangre se supone que está en equilibrio con todos los órganos del cuerpo y, por lo tanto, es el medio que mejor refleja la exposición de los diferentes órganos en un momento dado.

El factor que más afecta la representatividad de los resultados del muestreo de sangre es la distribución del tóxico entre el plasma y las células que puede variar con el periodo de exposición y el lapso transcurrido desde que sucedió. Como se verá más adelante, la distribución depende de las propiedades fisicoquímicas del compuesto. Los liposolubles normalmente se encuentran en las células y los compuestos ionizados en el plasma. En cada uno de estos compartimentos el compuesto se puede encontrar libre o asociado a diferentes ligandos como proteínas, cloruros, glutatión.

El muestreo de sangre requiere de entrenamiento especializado y se deben de tener los siguientes cuidados:

- No contaminar la muestra con la aguja o con el recipiente
- Seleccionar procedimientos de muestreo y preparación que no afecten los resultados.

Por ejemplo, si se usa EDTA como anticoagulante no se podrá hacer la determinación del nivel de plomo plasmático. La concentración de plomo que se determine en una muestra preparada en esta forma será un valor más alto que el real, debido a que el EDTA redistribuye el ion al provocar su emigración de las células al plasma.

- Hacer la determinación del hematocrito para estimar la recuperación del analizando.

Cabello.

La mayoría de los compuestos que se incorporan al cabello son los que tienen afinidad por los grupos sulfhidrilo de la queratina. El cabello crece lentamente, así que su muestreo no es adecuado para evaluar exposiciones recientes. Se sabe que sólo en una de las fases de crecimiento del cabello (anagenia) se incorporan los xenobióticos, presentes en el cuerpo, al eje del cabello y se sabe también que la velocidad de crecimiento en esa fase es de 0.37 mm/día.

Esta información se usa para reconstruir, con buena exactitud, la historia de exposiciones pasadas por períodos prolongados. Desafortunadamente solo se tiene datos para muy pocas sustancias que nos permitan estimar el coeficiente de partición sangre-pelo. El principal problema que se tiene con el muestreo del cabello es la contaminación proveniente de fuentes externas como partículas suspendidas en el aire, contaminantes presentes en el agua, productos de limpieza y cosméticos. El muestreo de cabello no es un procedimiento invasivo.

Otros medios.

Se pueden seleccionar otros medios biológicos para tomar muestras, tales como, aire exhalado (v.g. en la determinación de alcohol etílico), células exfoliadas de la piel, uñas, sudor, saliva, hueso y leche materna. El análisis de leche materna se utiliza principalmente para estimar exposiciones de infantes, más que para estimar concentraciones corporales en la madre.

Biomarcadores.

Los marcadores biológicos o biomarcadores son los cambios medibles, ya sean estos bioquímicos, fisiológicos o morfológicos, que se asocian a la exposición a un tóxico. Por ejemplo; el nivel de colinesterasa en sangre se cambia por la exposición a plaguicidas.

Un nivel anormalmente bajo de colinesterasa es un biomarcador de la exposición a plaguicidas organofosforados.

Los biomarcadores más útiles son los que se pueden obtener menos invasivamente, por eso es que se prefieren los que se encuentran en sangre.

Los biomarcadores se utilizan para:

- detectar la presencia de una exposición
- determinar las consecuencias biológicas de la exposición
- detectar los estados iniciales e intermedios de un proceso patológico
- identificar a los individuos sensibles de una población
- fundamentar la decisión de intervenir, tanto a nivel individual como ambiental

En el diseño de una rutina de muestreo es necesario considerar lo siguiente:

- especificidad y sensibilidad del biomarcador
- dificultad de muestreo
- cinética de la formación del biomarcador y
- estabilidad del biomarcador

- **Marcadores internos de dosis.** Indican que el tóxico ha entrado al organismo.
- **Marcadores de dosis biológicamente efectivas.** Indican que el tóxico ya ha producido daños en el organismo.
- **Marcadores de respuesta biológica.** Representan estados avanzados del proceso de daño.
- **Marcadores de enfermedades.**
- **Marcadores de susceptibilidad.** Se utilizan para identificar a los individuos más susceptibles a daños en una población.

Resumen. Los biomarcadores son muy útiles, pero es necesario validar la relación entre el nivel del biomarcador y la exposición. Los marcadores de respuesta biológica y de enfermedad no pueden identificar el tóxico que produjo el daño, pero sí indican al investigador que el daño ha ocurrido y es necesario iniciar la intervención.

Toxicodinámica.

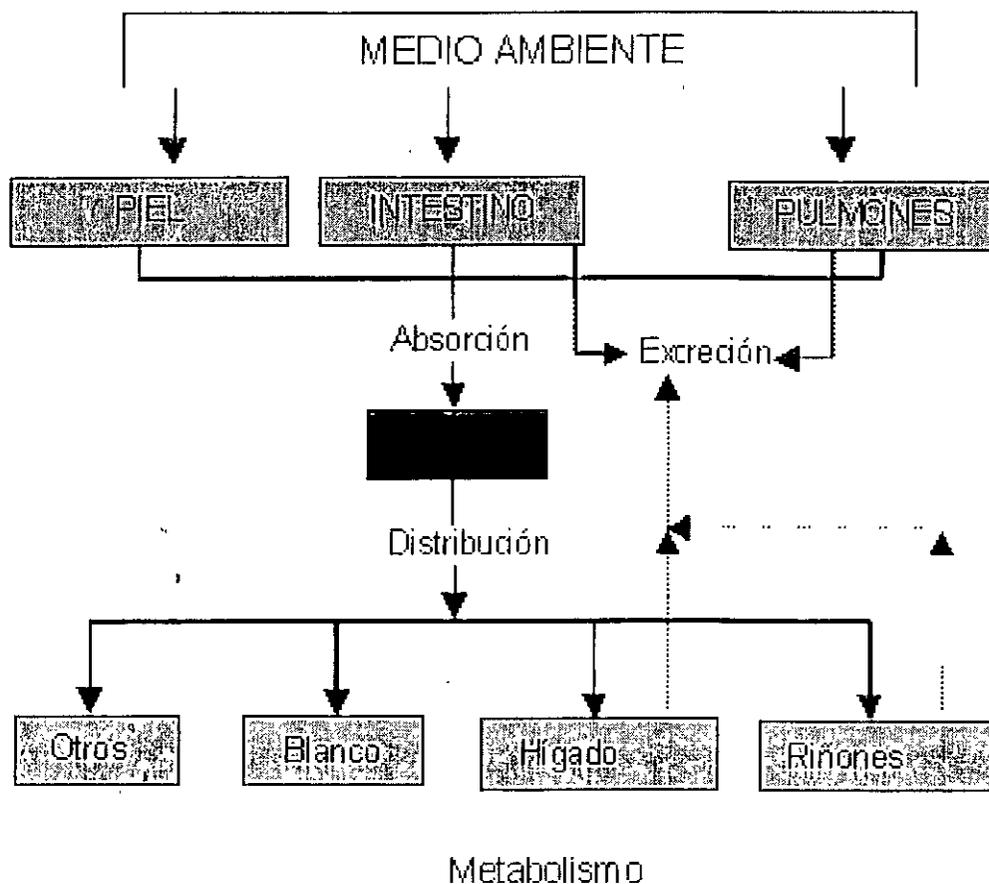
En el medio ambiente la biota está rodeada permanentemente de una gran cantidad de sustancias con las cuales interacciona en todas sus actividades vitales. Aunque todos los compuestos con los que está en contacto, incluyendo el agua, pueden ser tóxicos en determinadas dosis, es evidente que un gran número de especies han tolerado esta situación.

Para que un tóxico ambiental cause un daño, en primer lugar se debe estar expuesto a él y en segundo lugar el tóxico tiene que vencer las defensas del organismo que tratan de impedirle que llegue al tejido blanco en forma activa. Las defensas consisten fundamentalmente en mecanismos que restringen la movilidad y disminuyen el período de exposición del tejido blanco. Esto lo puede hacer el organismo poniendo barreras a su desplazamiento hacia determinados tejidos, disminuyendo su difusibilidad a través de las membranas celulares y/o facilitando su excreción.

El efecto producido por una dosis, depende de la cantidad de tóxico que llegue en estado activo al sitio de acción y del tiempo que se le permita actuar allí. El proceso de transporte y transformaciones que experimenta el tóxico desde la superficie epitelial de contacto hasta llegar a los órganos en los que se almacenan y en los que causa lesiones es muy complejo. Por conveniencia, para facilitar su estudio se considera que consta de cuatro pasos:

Absorción
Distribución
Metabolismo y
Excreción.

El proceso se conoce por sus siglas ADME.



ADME Las rutas que sigue un tóxico en el organismo.

Absorción.

La absorción de un tóxico se define como el proceso por medio del cual éste atraviesa membranas y capas de células hasta llegar al torrente sanguíneo. El mecanismo de ingreso del tóxico al organismo usa los mismos mecanismos de transporte diseñados para movilizar compuestos de estructura similar.

Ingestión.

Cuando el tóxico se ingiere, entra al Tracto Gastro Intestinal (TGI), la mayor cantidad se absorbe en el estómago y en los intestinos aunque también puede haber absorción en cualquier lugar del TGI, incluyendo las absorciones sublingual y rectal. El sitio de absorción depende en parte del estado de ionización del compuesto. Los ácidos débiles es más probable que se absorban en el estómago, donde hay un pH bajo, mientras que las bases débiles, que están menos ionizadas a pH alto, se absorben mejor en el intestino donde existen estas condiciones.

La gran área de absorción del intestino y los largos tiempos de residencia, dependiendo de la movilidad intestinal, permiten que se tengan absorciones considerables aunque el flux, cantidad transportada por unidad de área y de tiempo, sea pequeño.

La absorción de los xenobióticos usa los mismos mecanismos que tiene el TGI para absorber los nutrimentos. Por ejemplo, el plomo se absorbe en el intestino usando el sistema de transporte del calcio.

Para que un compuesto ingerido pueda alcanzar la circulación general, acceder el resto del organismo y tener la posibilidad de causar un daño, debe primero ser capaz de resistir:

- la acción de las enzimas digestivas,
- el pH del estómago,
- la biodegradación por la flora intestinal.
- la biotransformación por las enzimas hepáticas.

La absorción del tóxico ingerido depende de sus propiedades fisicoquímicas. Los compuestos liposolubles de bajo peso molecular y los compuestos no ionizados se absorben mejor.

Inhalación.

La inhalación es la vía de exposición a gases, vapores de líquidos volátiles, aerosoles y partículas suspendidas en el aire. Los sitios de absorción son la nariz y los pulmones.

La nariz actúa como un limpiador o trampa para los gases solubles en agua y los muy reactivos así como, para retener las partículas grandes.

La absorción de gases y vapores que llegan al pulmón usa el mismo mecanismo que existe para el intercambio de oxígeno y bióxido de carbono.

La velocidad de difusión de los gases en el pulmón es muy grande, debido a que la distancia de difusión es muy pequeña, el flujo sanguíneo es muy alto y el área de transferencia es muy grande. Lo anterior produce que la velocidad de absorción en el pulmón sea alta, independientemente de la naturaleza química del agente.

La región del aparato respiratorio en el que se depositan las partículas y aerosoles depende de su tamaño. Las partículas de 5 μm o más grandes se depositan en la región nasofaríngea, que es la región más alta. Las partículas de 1 a 5 μm son depositadas en la región traqueobronquiolar del pulmón, que es la región intermedia, de aquí pueden ser eliminadas por el moco mediante un movimiento tipo elevador hacia arriba, a las regiones ciliadas de donde se podrían eliminar por medio de estornudos o tos, y pueden pasar al TGI. Las partículas de 1 μm y más pequeñas penetran a las sacos alveolares de los pulmones. Estas pueden ser absorbidas a la sangre o bien, pueden ser eliminadas a través del sistema linfático o por medio de macrófagos alveolares. Las partículas inhaladas por la boca son deglutidas y entran al TGI.

La inhalación es la ruta de exposición para la causa más frecuente de muerte por envenenamiento, que es la intoxicación con monóxido de carbono y para una de las enfermedades profesionales más importantes: la silicosis.

Absorción cutánea.

La piel, a diferencia del epitelio del intestino y de los alvéolos pulmonares, no está diseñada para la absorción de sustancias útiles al organismo. La permeabilidad a través de la piel es muy baja debido a que está formada, como ya se vio anteriormente, por varias capas, algunas de ellas muy gruesas, y con muy escasa irrigación sanguínea.

La velocidad de absorción depende de varios factores entre los que se incluyen

- la concentración del tóxico
- la magnitud y localización en el cuerpo del área expuesta
- la condición de la piel. La hidratación, quemaduras y ciertas enfermedades incrementan la permeabilidad
- la velocidad de flujo sanguíneo
- temperatura y humedad ambiental
- la interacción con otras sustancias que puedan modificar la permeabilidad de la piel.

Distribución.

Se entiende por distribución de un tóxico su localización y concentración en los diferentes tejidos.

La distribución no es la acción de transportar el tóxico. Por ejemplo, cuando se dice que un compuesto se distribuye en los órganos A, B y C, no se refiere a como el compuesto se desplazó desde la superficie de absorción hasta los órganos A, B y C, sino al hecho de que el tóxico aparece en esos órganos con una concentración a, b y c respectivamente.

Una vez que el tóxico ha llegado al torrente sanguíneo, se puede transportar a distintos destinos:

- Sus sitios de acción.
- Uno o varios almacenes de depósito. Los **almacenes de depósitos son los sitios donde se puede acumular el compuesto y que no es su sitio de acción.** Ejemplos de almacenes de depósito son el hígado, los riñones, el tejido adiposo y el tejido óseo.
- Diversos órganos para su biotransformación.

La distribución depende de:

- Del flujo sanguíneo,
- La velocidad de difusión en las interfaces sangre-tejido, la cual depende del coeficiente de partición,
- La permeabilidad de la membrana y
- De la afinidad del tejido por el compuesto.

Factores que afectan la distribución.

Los dos factores que más influyen la distribución son, el flujo sanguíneo y la afinidad de los distintos órganos o tejidos por el agente.

La distribución puede cambiar con el tiempo. Por ejemplo los bifenilos policlorados (BPC), primero se distribuyen al hígado y los músculos, con el paso del tiempo se redistribuyen a la piel y al tejido adiposo.

Los compuestos se redistribuyen cuando su concentración en los distintos órganos cambia, debido a que los procesos de acumulación, salida, biotransformación y excreción tienen velocidades diferentes en los distintos órganos en los que se distribuye.

Excreción.

La concentración de un tóxico distribuido se puede disminuir por excreción. Todas las secreciones corporales pueden excretar compuestos químicos, pero las tres principales vías son la orina, las heces y el aire exhalado. La excreción de xenobióticos utiliza los mismos mecanismos que tiene el organismo para excretar los desechos metabólicos endógenos.

Orina.

Los riñones son los órganos más importantes en la excreción ya que directamente remueven las sustancias tóxicas de la sangre. Para que una sustancia sea eliminada por la orina es necesario que sea soluble en agua. Los compuestos liposolubles se tienen que biotransformar en hidrosolubles para poder ser excretados por esta vía.

La excreción está fuertemente influenciada por las propiedades fisicoquímicas del excretando, las bases débiles pueden excretarse en la orina debido al pH de la orina, aunque los riñones también pueden excretar activamente aniones y cationes orgánicos.

Heces.

Las heces son otra ruta importante de excreción. Consisten de la ingesta no absorbida, secreciones biliares, secreciones intestinales y microflora. Cualquier dosis oral que no se absorbe se elimina con las heces y no existe la absorción 100%. La flora microbiana puede bioacumular compuestos y como parte de ella es eliminada en las heces, esto contribuye a la excreción de tóxicos. Hay también una pequeña contribución de la difusión pasiva de algunos compuestos de la sangre al intestino.

Bilis.

La bilis contribuye a la excreción de los metabolitos formados en el hígado. Las sustancias con peso molecular mayor a 350 se excretan más fácilmente por esta vía. Algunos iones metálicos, ácidos orgánicos, bases orgánicas y compuestos neutros se pueden transferir a la bilis por medio de transporte activo. Una vez formada la bilis pasa al intestino para ser excretada con las heces. La microflora intestinal biotransforma algunos compuestos que van en la bilis y los metabolitos resultantes pueden ser reabsorbidos y llevados de nuevo al hígado.

Aire exhalado.

Así como los compuestos pueden ser inhalados también pueden ser exhalados. Para que esto ocurra el compuesto debe de ser un gas a temperatura corporal. Los líquidos volátiles están en equilibrio con su fase vapor en los alvéolos. La transferencia de la sangre a los pulmones tiene lugar por difusión pasiva y es inversamente proporcional a su velocidad de absorción.

La baja solubilidad en sangre permite una excreción rápida y está limitada por la perfusión (flujo de sangre), mientras que para los compuestos con una alta solubilidad en sangre su excreción está limitada por la ventilación.

Otros mecanismos.

Las secreciones corporales, como la leche, el sudor y la saliva constituyen vías menores de excreción de tóxicos. La leche constituye una vía importante en el caso de transporte de tóxicos de la madre lactante al hijo y del ganado lechero al hombre. El pH ligeramente menor de la leche, con respecto al plasma, facilita la excreción de algunos compuestos básicos pero también se pueden excretar algunos compuestos liposolubles y iones similares al calcio.

En el sudor y en la saliva se pueden excretar compuestos liposolubles no disociados que en el caso del sudor, pueden causar dermatitis y en caso de la saliva se vuelven a deglutir y empieza de nuevo el ciclo de absorción, distribución, metabolismo y excreción.

Los xenobióticos presentes en el SNC se pueden remover vía el flujo de salida del Líquido Cerebro-Espinal (LCE) y también se cuenta con mecanismos de transporte activo para remover compuestos ionizados del LCE.

Metabolismo.

Anteriormente se mencionó que, para reducir la posibilidad de que una sustancia produzca una respuesta tóxica, se debe de disminuir la cantidad de sustancia que llega en forma activa al tejido blanco, así como disminuir el tiempo de permanencia de ésta en su sitio de acción.

Lo anterior se logra disminuyendo la difusibilidad del tóxico e incrementando la velocidad de excreción, ambos fenómenos se producen cuando se incrementa la polaridad del xenobiótico.

Los lípidos se difunden más rápidamente, así que al transformar el xenobiótico en un compuesto más polar se reduce la velocidad de difusión, se aumenta su solubilidad en agua, y esto facilita la excreción en orina. Por ejemplo; la detoxificación del benceno, que tiene una solubilidad de 1 g en 1500 ml de agua, consiste en su oxidación a fenol, que es 100 veces más soluble en agua, y la

posterior sulfatación del fenol produciendo un compuesto que tiene una solubilidad en agua de 1g en 3 ml.

El resultado de estas dos reacciones es la producción de un compuesto que es 500 veces más soluble en el agua que el xenobiótico original y que, por lo tanto se excreta mucho más fácilmente en orina.

Al conjunto de caminos metabólicos por medio de los cuales los tejidos incrementan la polaridad de un tóxico se le denomina biotransformación. Podemos decir que la biotransformación de un tóxico consiste fundamentalmente en convertir un xenobiótico no polar en un compuesto soluble en agua. Este es el mecanismo más común que usan los organismos para eliminar los tóxicos ambientales.

Al igual que la absorción y distribución, dos procesos de transferencia, la biotransformación también se lleva a cabo utilizando los mecanismos existentes en los tejidos. **Se usa la misma maquinaria bioquímica con la que se metabolizan los compuestos endógenos de estructura química similar.**

En algunos casos, la biotransformación resulta en la producción de un metabolito que es más tóxico que el compuesto original, al proceso se le denomina **bioactivación**. Si estos metabolitos se acumulan y vencen las defensas del organismo entonces pueden producir un daño que se manifieste en una respuesta tóxica.

El estudio de las reacciones que constituyen la biotransformación es de gran importancia, porque nos permiten entender los mecanismos por medio de los cuales los tejidos se defienden de los tóxicos que logran penetrar y también cómo es que en algunas ocasiones sucede lo contrario y de hecho se incrementa la toxicidad en el interior del cuerpo.

Las rutas de Bioactivación son las siguientes:

1. El tejido blanco contiene las enzimas para bioactivar el xenobiótico y es el sitio activo para la especie tóxica. El ejemplo clásico de esta ruta es la bioactivación del tetracloruro de carbono vía la deshalogenación por el P-450 del hígado, produciendo el radical libre triclorometilo, el cual reacciona con proteínas y lípidos del hígado.
2. Un tejido no blanco bioactiva al xenobiótico, el cual experimenta otra bioactivación en el tejido blanco. Ejemplo, el benceno es oxidado a fenol por los P-450 del hígado y este compuesto se transporta hasta la médula ósea donde se transforma en hidroquinol, un diol que causa daño en la médula ósea.
3. Un tejido no-blanco bioactiva el xenobiótico, el cual tiene sus efectos en el tejido blanco. Ejemplo: el hexano se transforma en 2,5-hexanodiona por la acción del P-450 y la alcohol deshidrogenasa del hígado. Este metabolito produce ligaduras cruzadas en los neurofilamentos causando daño en nervios periféricos.

Normalmente el organismo tiene las defensas adecuadas para manejar la agresión química para lo cual cuenta con lo siguiente:

- Las enzimas de las dos fases de la biotransformación.
- La presencia de antioxidantes que eliminan radicales libres y reducen especies tóxicas.
- Las proteínas plasmáticas que ligan los tóxicos en el plasma sanguíneo impidiendo su difusión hacia los tejidos.

La toxicidad ocurre cuando todas las defensas han sido vencidas.

Por ejemplo el fenol, se detoxifica primero por sulfatación y después por glucuronidación. Cuando se agotan los dos cofactores para estas reacciones, el fenol se empieza a acumular y se produce su distribución hacia su sitio activo, la médula ósea, donde produce su respuesta tóxica.

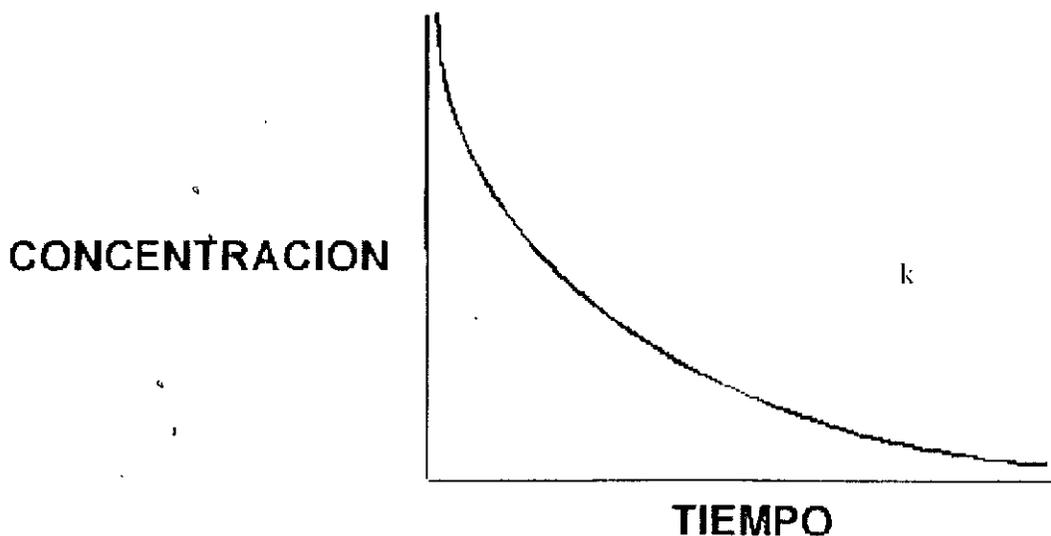
Toxicocinética.

Ya hemos visto que el comportamiento del tóxico en el organismo está determinado por los procesos de absorción, distribución, biotransformación y excreción.

La interacción dinámica de todos los procesos que constituyen el ADME, determina el tiempo que permanecerá un agente dentro del organismo después de que éste ha sido expuesto a una dosis determinada. **Al estudio de la velocidad de cambio de la concentración de las especies tóxicas dentro del organismo se le conoce como toxicocinética.**

Las tasas de cambio que se presentan en cada fase del ADME se pueden modelar matemáticamente e integrarlas en un modelo que represente la dinámica global del tóxico dentro del organismo.

Cada proceso, sea este de cambio de lugar y/o de identidad química, se puede representar por una ecuación diferencial en la que la derivada de la concentración con respecto al tiempo en un sitio determinado, se expresa como una función de la concentración en ese lugar. La constante de proporcionalidad se denomina velocidad específica y normalmente se representa por la letra k .



Concentración vs Tiempo Cinética de Primer Orden.

El conjunto de ecuaciones diferenciales simultáneas integran el modelo que representa el cambio global de la concentración del tóxico. El modelo se puede usar para predecir la magnitud de la respuesta tóxica en función de la exposición, utilizando la información generada por el muestreo biológico y los biomarcadores.

Si se quisiera representar el proceso en toda su complejidad resultarían modelos prácticamente imposibles de manejar, así que se establecen una serie de suposiciones plausibles que permiten simplificar el modelo.

Podemos representar al cuerpo por un modelo de un solo compartimiento que sigue una cinética de primer orden si se supone que se llega rápidamente al equilibrio en la interfase sangre-tejido. En este caso, el cambio de concentración en plasma refleja el cambio de concentración en los tejidos. Este modelo establece que la velocidad de eliminación de un compuesto, en un momento dado, sólo es proporcional a su concentración. La variable eliminación incluye la expulsión del compuesto por todas las rutas de excreción y la desaparición por biotransformación. La cinética de primer orden se representa matemáticamente de la siguiente manera:

$$dC/dt = -k_e C$$

donde: C = concentración plasmática
 k_e = constante de velocidad de eliminación de primer orden
 t = tiempo al que se muestreo la sangre

Este modelo indica que la velocidad global a la que procede el ADME de un compuesto es directamente proporcional a la concentración y que la velocidad no varía linealmente con la dosis, sino que su variación es exponencial.

La velocidad de eliminación es alta cuando la dosis es alta, pero disminuye fuertemente a medida que la concentración del tóxico disminuye.

Vida media es el tiempo que tarda el organismo en reducir a la mitad la concentración del tóxico.

Si un compuesto tiene una vida media de 24 horas y su concentración en un momento dado es 40 mg/L, en un día se bajará la concentración a 20 mg/L, pero bajar esta concentración otros 20 mg/L (bueno, casi 20 mg/L, digamos 19.8 mg/L) requerirá de más de 6 días.

La constante k_e se puede evaluar graficando la concentración plasmática contra el tiempo en escala semilogarítmica. Se obtiene una línea recta con pendiente $-k_e$. La mayoría de los compuestos siguen una cinética de primer orden, pero no todos, el alcohol etílico sigue una cinética de orden cero, en la cual la velocidad de eliminación es independiente de la concentración y sólo es función del tiempo.

La cinética de orden cero se presenta cuando se saturan las enzimas de un camino metabólico. Si la concentración de un agente es muy alta, se saturarán las enzimas y su eliminación mostrará una cinética de orden cero aparente, aunque a concentraciones no saturantes presente una cinética de primer orden.

Por el contrario, los compuestos que normalmente se eliminan siguiendo una cinética de orden cero, cuando las concentraciones son muy bajas, su eliminación sigue una cinética de primer orden aparente.

El modelo que representa la cinética de orden cero es:

$$dC/dt = k_0$$

Donde: k_0 es la constante de velocidad de orden cero.

C y t tienen el mismo significado que en la ecuación anterior.

Cuando se tienen dosis repetidas el nivel del tóxico se aproxima a la concentración de estado estacionario porque las velocidades de eliminación y de absorción son iguales. Se necesitan aproximadamente 5 vidas medias para alcanzar el estado estacionario, así que los compuestos que se eliminan muy lentamente tardan mucho en alcanzarlo. El cálculo de la concentración en estado estacionario se hace con la siguiente ecuación:

$$C^* = FD/tTs$$

Donde: C^* es la concentración en el estado estacionario.

D es la dosis;

F la biodisponibilidad o fracción de la dosis absorbida;

Ts es el tiempo de residencia en el organismo y

t es el intervalo entre dosis.

Respuesta tóxica.

Caracterización de la respuesta tóxica.

La caracterización de los efectos tóxicos o dañinos es esencial en la evaluación del peligro potencial impuesto por una sustancia química.

La toxicidad, o sea la capacidad de producir un daño, es una propiedad intrínseca de la sustancia.

Ya se mencionó anteriormente, que la respuesta tóxica es cualquier cambio que produce una lesión celular permanente.

Otra forma de expresar lo anterior es la siguiente: la toxicidad es la interrupción de la homeostasis de una célula que lleva a una alteración en estado morfológico o muerte.

Una célula normal no está en reposo o inactiva. Está cambiando dinámicamente para responder a estímulos o cambios en función. Una célula mantiene su estructura y función dentro de un rango de condiciones fisiológicas, el cual define su homeostasis normal.

La célula puede responder a estímulos externos adaptándose y llegando a un nuevo estado estacionario. Si el cambio que experimenta la célula está más allá de su capacidad de adaptación se le causa un daño. Esto no necesariamente lleva a la muerte celular ya que hay muchas etapas de daño celular que son reversibles. La muerte puede sobrevenir si el estímulo es severo y persistente.

Daño celular.

Existen muchos blancos celulares para el daño, pero generalmente, estos mecanismos convergen y producen una respuesta celular común. La muerte celular seguirá mecanismos similares independientemente de que la causa del daño sea de naturaleza química, física o biológica.

El conocimiento de las manifestaciones de daño y de los blancos celulares potenciales permite estimar los efectos adversos potenciales, diseñar alternativas y sugerir acciones terapéuticas y antagónicas para bloquear o revertir los efectos dañinos. En esta sección se define lo que es daño celular y se hace una revisión de los blancos celulares críticos.

Blancos celulares.

La célula tiene varios componentes que deben estar en buen estado para que la célula funcione.

Los componentes de la célula que en forma selectiva se pueden convertir en blancos son la membrana plasmática, el citoesqueleto y los lisosomas. El daño al citoesqueleto a su vez, causará daño a la membrana plasmática. Los lisosomas contienen enzimas digestivas y su destrucción causará que estas enzimas se liberen produciendo lesiones graves en el citoplasma.

La célula necesita tener los siguientes caminos metabólicos en buen estado: la producción de ATP mitocondrial, el metabolismo de calcio, la síntesis de proteínas, la regulación del ADN, la glicólisis y el ciclo del ácido cítrico o ciclo de Krebs. Estos dos últimos proporcionan los precursores para síntesis de aminoácidos y los equivalentes reducidos cuya oxidación genera la mayoría de los ATP.

Los daños a la membrana plasmática, a la producción de ATP mitocondrial y al control de los niveles de calcio intracelular son rutas comunes para la destrucción final de la célula y merecen discusión especial.

La membrana plasmática es utilizada por la célula para mantener los gradientes iónicos que a su vez regulan el volumen celular. Si se daña la membrana entran iones sodio y calcio y salen iones potasio.

El agua y los cloruros se redistribuyen de acuerdo al gradiente electroquímico y hay incremento neto intracelular del agua. El aumento de agua intracelular es visible al microscopio por el aumento de tamaño de la célula que se hincha. Si esto no se corrige la célula se puede romper. Hay varios mecanismos que pueden inducir estos cambios, algunos ejemplos son el trauma físico, fluidización de la membrana, peroxidación de lípidos (tetracloruro de carbono), daño al citoesqueleto, bloqueo de canales y ataque viral.

Independiente de la agresión tóxica, la membrana plasmática es uno de los componentes que primero responde al daño y la pérdida de integridad es el punto final del daño.

En la mayoría de las células las mitocondrias son responsables de la síntesis de ATP vía la respiración aeróbica. El ATP es la fuente de energía más importante de la célula, se utiliza en las reacciones biosintéticas, y es necesario para la activación de compuestos endógenos por fosforilación

o adenilación, para incorporarse en cofactores, para la funcionabilidad del citoesqueleto y para operar las bombas iónicas de la membrana celular.

La producción de ATP por las mitocondrias requiere de oxígeno para funcionar, así que una de las rutas para dañar el proceso es la hipoxia (baja concentración de oxígeno). El principal agente que priva a la célula de oxígeno es el monóxido de carbono el cual se liga a la hemoglobina inhibiendo la unión de ésta con el oxígeno.

La anemia (baja concentración de hemoglobina en la sangre) y la isquemia (bajo flujo arterial o del drenaje venoso), reducen la capacidad de transporte de oxígeno y pueden contribuir a la deficiencia de este compuesto a nivel celular.

La producción de ATP también se puede impedir por:

- Agentes que interrumpen la cadena de transportes de electrones a través de inhibidores de enzimas como la rotenona (inhibe la NADH-coenzima Q reductasa) y el cianuro (inhibe la citocromo oxidasa).
- Por sustancias que inhiben o desacoplan la fosforilación oxidativa tales como el DDT (inhibe la ATP sintetasa) y
- El arsenato (substituye al fósforo y produce intermediarios de baja energía).

El incremento del nivel de calcio intracelular produce la disociación de la actina de los microfilamentos en el citoesqueleto y la activación de fosfolipasas y proteasas. Estos cambios producen fragmentación del ADN, condensación de la cromatina, ampollado y rompimiento de membranas y degradación de proteínas.

El control de calcio se puede romper por el incremento del ingreso o por la salida de este ión de sus depósitos celulares. Los agentes que inducen la entrada de calcio son metilmercurio que produce poros y, el tetracloruro de carbono que rompe la membrana.

Los agentes que inhiben la exportación de calcio del citoplasma son inhibidores de la calcio-ATPasa en la membrana celular o en el retículo endoplásmico.

Algunos ejemplos de ellos son el bromobenceno, diamida, diquat y ión vanadato

Los radicales libres son especies químicas altamente reactivas que tienen un electrón no apareado. Hay tres mecanismos principales para producir radicales libres en un escenario biomolecular y son:

- Toma de un electrón por un xenobiótico (v.g. una reductasa cataliza la transferencia de un electrón al paraquat),
- Pérdida de un electrón (v.g. el fenol y la hidrazina pierden un electrón en la reacción catalizada por peroxidasas) y
- Fisión homolítica de un enlace inducido por la transferencia de un electrón a la molécula.

La transferencia del electrón se lleva a cabo por el citocromo P-450 o por la cadena de transporte de electrones de la mitocondria. A menudo estos radicales donan un electrón al oxígeno molecular formando un superóxido (O_2^-), como es en el caso de la activación del tetracloruro de carbono para dar lugar al radical libre Cl_3C^* el cual se combina con oxígeno para formar la especie activa Cl_3COO^* .

La célula no está indefensa contra estas especies reactivas, tiene dos líneas principales de defensa para protegerse:

- La primera es la presencia de antioxidantes los cuales donan o aceptan un electrón para formar intermediarios estables. Ejemplos de ellos son el alfa-tocoferol, ascorbato y GSH.
- Probablemente de mayor importancia, particularmente en la detoxificación de radicales oxigenados y del peróxido de hidrógeno, son los sistemas de enzimas protectoras. Éstas incluyen la peróxido dismutasa, la cual convierte el superóxido en peróxido de hidrógeno, la GSH peroxidasa y la catalasa convierten al peróxido de hidrógeno en agua.

Si el radical libre no es inactivado causará daños a la célula y puede hacerlo vía la unión a un blanco o capturando un hidrógeno del blanco.

Los radicales libres neutros, como el HO^* y el Cl_3C^* , se pueden unir covalentemente a biomoléculas y alterar su función, o en el caso que se unan a ADN el resultado sea una mutación.

Los radicales libres pueden capturar un hidrógeno de otras moléculas, convirtiéndolos en radicales libres. La abstracción de hidrógeno del ADN produce rompimiento o ligaduras cruzadas de las cadenas, la abstracción por lípidos inicia la peroxidación de estos compuestos.

El daño por radicales libres está implicado en las lesiones causadas por agentes químicos, por radiación, inflamación, envejecimiento y reperfusión/isquemia.

Muerte Celular.

El punto al cual la célula no se puede recuperar de las lesiones es difícil de definir. Hay muchos pasos que se consideran reversibles y muchos que son definitivamente irreversibles.

Los dos fenómenos que consistentemente están asociados a lesiones irreversibles son la incapacidad de revertir la disfunción mitocondrial y las distorsiones profundas de las funciones de la membrana.

Características de las lesiones celulares reversibles.

- Pérdida de ATP que disminuye la actividad ATP-asa en la membrana.
- Hinchazón celular aguda (pérdida del control de volumen).
- Aumento de la velocidad de la glicólisis para compensar la pérdida de ATP.
- Desprendimiento de los ribosomas del retículo endoplásmico rugoso.
- Permeabilidad incrementada de la membrana y disminución de la actividad mitocondrial que resulta en el ampollamiento de la superficie celular.
- Mitocondrias normales, ligeramente hinchados o condensados.

Características de las lesiones *irreversibles*

- Vacuolización severa de las mitocondrias
- Daño masivo de la membrana celular
- Crecimiento de los lisozomas
- Entrada de calcio y activación de las proteasas y fosfatasa
- Pérdida continua de proteínas coenzimas y ARN
- Eosinofilia que produce rompimiento de lisozomas
- Picnosis (condensación nuclear con agregación de cromatina)
- Cariólisis (destrucción de cromatina)
- Carirrexis (fragmentación nuclear)
- Digestión enzimática del citoplasma y nucleo. fuga de compuestos intracelulares y entrada de macromoléculas extracelulares

Existen dos mecanismos principales de muerte celular: la **apoptosis** y la **necrosis**.

Apoptosis. En una definición muy amplia, la apoptosis se puede considerar como una muerte celular "programada". La apoptosis es un evento celular natural el cual también puede ser inducido por condiciones patológicas. Como ejemplo de funciones fisiológicas normales de la apoptosis podemos mencionar la regresión del útero después del parto, la inmunoeeliminación de células y la muerte de células nerviosas en el desarrollo si no se establecen contactos axonales.

La apoptosis está implicada en enfermedades y en lesiones inducidas químicamente. Se presenta apoptosis insuficiente en el desarrollo de linfoma folicular y se piensa que en el SIDA, la esclerosis lateral amiotrófica y en las lesiones por isquemia/perfusión se presenta apoptosis excesiva.

Como ejemplo de drogas o sustancias químicas que inducen apoptosis se tiene los glucocorticoides (apoptosis de células linfoides) y el TCDD (apoptosis de timocitos causando atrofia tímica). La apoptosis se diferencia de la necrosis por sus características morfológicas.

La apoptosis es un evento controlado. Las células se vuelven más condensadas consistente con el hecho de que el agua está siendo removida de la célula (no es un proceso pasivo). Durante todo el proceso la membrana celular y los organelos permanecen intactos. El contenido celular nunca se derrama hacia el área que la rodea lo cual hace que no se produzca reacción inflamatoria.

Diferencias Morfológicas entre Necrosis y Apoptosis.

	Necrosis	Apoptosis
La célula completa	Inflamación	Condensación
Núcleo	Picnosis	Creciente
	Cariólisis	
	Cariorrhexis	
Organelos	Degeneración	Intactos
Degeneración celular	Ruptura	Cuerpos apópticos
Inmunorespuesta	Inflamación aguda	Ninguna

Necrosis. En la necrosis el resultado final es la ruptura de la membrana celular y el derrame del contenido celular en el espacio intersticial. Esto trae como consecuencia una respuesta inflamatoria en el área que puede ser detrimento para las células que la rodean.

Genotoxicidad.

Neoplasia significa literalmente "crecimiento nuevo". Los neoplasmas o tumores, independientemente del origen celular, se deben a la falta de respuesta al control celular normal.

Las células neoplásicas se dice que están transformadas y continúan replicándose sin obedecer las señales reguladoras que controlan el crecimiento celular normal.

Las células neoplásicas satisfacen sus necesidades metabólicas compitiendo favorablemente con las células y tejidos normales, por lo que un neoplasma crecerá activamente independientemente del ambiente local que lo rodee.

Un tumor se dice que es benigno cuando permanece localizado en su sitio de origen y no tiene capacidad de infiltrarse invadiendo tejidos locales o formar metástasis en sitios distantes.

La mayoría de los tumores benignos forman una cápsula fibrosa que lo separa del tejido huésped aunque esto no siempre sucede. A los tumores malignos se les llama **cáncer** y es el término que se usa para designar al tejido neoplásico capaz de invadir los tejidos vecinos. **Metástasis** es el término usado para designar el desarrollo de implantes secundarios que son discontinuos con el tumor de origen.

Un tumor puede ser maligno sin que forme metástasis, aunque sólo los tumores malignos son capaces de formarlas.

La formación de tumores requiere de algo más que el solo hecho de que ocurra una mutación.

La carcinogénesis es un proceso que tiene lugar en varias fases:

a) al primer paso se le llama iniciación del daño genético,

b) el siguiente paso es la promoción de la célula iniciada (reproducción) y finalmente c) es el paso de progresión hacia otras características fenotípicas.

Cuando se le infringe un cambio a la molécula de ADN, la célula reacciona tratando de eliminarlo usando alguno de los mecanismos que tiene para reparar daños del ADN. Si no tiene éxito y el daño en el ADN permanece hasta que la célula se reproduce, se dice que el daño se fijó (fenómeno irreversible) y queda incorporado al genoma.

Así pues, es posible que una sola molécula del cancerígeno produzca la iniciación de una célula, por lo tanto la iniciación no tiene dosis límite. Esto se conoce como la "hipótesis del impacto único" y es la base de muchas de las reglamentaciones que existen hoy en día.

Hay varios compuestos que funcionan como iniciadores, por ejemplo, dimetilbenzantraceno, N-metil-N'-nitro-N-nitrosguanidina (MNNG), uretano, benzopireno, etc.

Factores que afectan la toxicidad.

La magnitud de la respuesta tóxica en un organismo determinado depende de la exposición (dosis, tiempo, ruta y vía de exposición) y de factores relacionados con las características del organismo expuesto, del medio ambiente y de la sustancia misma. La relación cuantitativa entre la dosis y el efecto tóxico se va a tratar en la próxima sección.

Influencia del medio.

Localización geográfica.

Los estudios epidemiológicos han demostrado la importancia de este factor aunque todavía se discute el porqué de las diferencias observadas. Por ejemplo, la tasa de mortalidad por cáncer mamario, después de corregir por el factor edad, es varias veces mayor en los Estados Unidos que en Japón y el carcinoma en el estómago es siete veces más frecuente en Japón que en Estados Unidos.

Se piensa que las diferencias en la dieta explican lo anterior. Se ha demostrado que la dieta tiene influencia en la incidencia de cáncer mamario y del colon. En Japón se utiliza nitrito en la preservación de alimentos y éstos son cancerígenos. Otro ejemplo es la mucha mayor incidencia de cáncer de células hepáticas en las poblaciones aborígenes africanas comparada con la observada en los Estados Unidos. Esto se puede deber a la alta incidencia del virus de la hepatitis B, el cual actúa como mitógeno, provocando una hiperproliferación que incrementa las posibilidades de mutaciones.

La evidencia indica que las diferencias geográficas son ambientales y no genéticas. Los japoneses de segunda generación que viven en los Estados Unidos tienen un riesgo de desarrollar cáncer del colon similar al resto de los habitantes de los Estados Unidos y no al de los japoneses que viven en Japón.

Ocupación.

Un gran número de cánceres se asocian a las exposiciones que tienen lugar en el sitio de empleo. De hecho la idea de que el desarrollo de cáncer está ligado a la exposición a ciertas sustancias se originó estudiando los cánceres ocupacionales. Al final del siglo XVIII, el médico inglés Percival Pott observó el incremento de cáncer del escroto entre los limpiadores de chimeneas.

Posteriormente se demostraron las propiedades cancerígenas del alquitrán de hulla y eventualmente se identificaron los hidrocarburos aromáticos policíclicos (benzo alfa pireno) como los responsables de este efecto.

Ocupaciones que Incrementan el Riesgo de Cáncer.

Personas Expuestas	Agente	Tipo de Cáncer
Miñeros y obreros de la industria química	Ársénico	Piel, pulmón e hígado
Albañiles y mantenimiento de edificios	Asbesto	Mesotelioma
Obreros de la industria de hule-cemento	Benceno	Leucemia
Obreros de la industria de hule y colorantes	Betanaftalina	Vejiga
Obreros de la industria del plástico	Cloruro de vinilo	Hígado
Personal de cromadoras	Cr, Ni	Aparato respiratorio

Interacciones químicas.

La toxicidad de una sustancia se puede incrementar o disminuir por la exposición simultánea o consecutiva con otra sustancia. Los efectos combinados pueden ser aditivos, sinérgicos, potenciadores o antagonistas. El incremento a la toxicidad por interacción química se puede deber a varios mecanismos:

- Una sustancia desplaza a la otra de su sitio de unión con una proteína plasmática, incrementando su concentración en estado libre.
- Una sustancia modifica el pH de la orina, modificando la excreción renal de ácidos y bases débiles.
- Una sustancia que compite por un mismo sistema de transporte renal puede afectar la excreción de otra.

Otra interacción química de interés es la que resulta de las alteraciones que puede hacer una sustancia a la biotransformación de otra:

Algunas sustancias son inductoras de las enzimas que metabolizan los xenobióticos, quizá la mayoría de las veces por síntesis *de novo*, necesitándose la administración repetida para que continúe la inducción.

La inducción puede disminuir la toxicidad de otra sustancia acelerando su detoxificación o incrementarla acelerando la formación de metabolitos tóxicos.

La inhibición de la biotransformación también es posible y al igual que la inducción puede incrementar o disminuir la toxicidad.

Si el xenobiótico original es más tóxico que sus metabolitos, la disminución de su biotransformación y su posterior excreción incrementa la vida media del compuesto en el organismo incrementando su toxicidad. Si los metabolitos son más tóxicos, el inhibidor reducirá la toxicidad inhibiendo la biotransformación y bioactivación.

La exposición previa a un agente puede alterar las subsiguientes respuestas tóxicas a ese agente o a otro. Por ejemplo se puede presentar la sensibilidad química múltiple cuando la exposición a una o más sustancias sensibiliza al organismo a un gran número de sustancias, incrementando su toxicidad.

En otras ocasiones las exposiciones a pequeñas cantidades de una sustancia puede proteger el organismo contra efectos letales de una sola dosis grande, por ejemplo, la exposición repetida a dosis pequeñas de compuestos de cadmio puede proteger a la persona contra dosis que pudieran ser letales para un organismo que previamente no hubiera estado expuesto al cadmio.

Tal como se mencionó anteriormente, los efectos de dos tóxicos administrados simultáneamente pueden producir una simple respuesta **aditiva**, la cual es la suma de las dos respuestas individuales, v.g., dos insecticidas organofosforados producen una inhibición aditiva de la colinesterasa.

La respuesta puede ser **sinérgica** cuando es mayor que la esperada por la adición de las respuestas individuales, v.g., el tetracloruro de carbono y el etanol son hepatotóxicos que producen una lesión hepática mucho mayor cuando son administrados juntos que la suma de las respuestas que cada uno produce cuando se administran por separado.

Una respuesta se **potencia** cuando una sustancia que no es tóxica en un determinado órgano blanco, pero que cuando se agrega a otra hace que ésta se vuelva mucho más tóxica, v.g., el isopropanol no es tóxico para el hígado pero cuando se administra junto con tetracloruro de carbono, incrementa la actividad hepatotóxica de este último compuesto.

La respuesta es **antagónica** cuando dos sustancias administradas simultáneamente se interfieren mutuamente en sus acciones o una interfiere con la acción de la otra. Las respuestas antagónicas son la base de muchos antídotos.

El antagonismo puede ser **funcional, químico, disposicional o receptivo**. En el **antagonismo funcional** cada sustancia produce efectos contrarios sobre la misma función fisiológica contrabalanceándose mutuamente, v.g., la administración de norepinefrina (vasodestructor) para bajar la alta presión producida por las intoxicaciones severas con barbitúricos.

El **antagonismo químico**, que también se le llama inactivación, es simplemente una reacción química entre los dos compuestos que da lugar a un producto menos tóxico, v.g. la quelación del dimercaptol con iones metálicos.

El **antagonismo disposicional** es la alteración de ya sea la absorción, distribución, metabolismo o excreción de un compuesto para disminuir su concentración o duración en el sitio blanco, v.g., la absorción de un tóxico con carbón o ipecacuana.

Finalmente el **antagonismo por recepción** está basado en el bloqueo de una sustancia por otra, en el mismo receptor produciendo un efecto menor que cuando se administran por separado, v.g., se administra naloxona para tratar la depresión respiratoria causada por la morfina y narcóticos similares.

Otro ejemplo es el bloqueo del receptor de la colinesterasa con atropina en el envenenamiento con plaguicidas organofosforados.

Influencia del organismo receptor.

Como vimos en la primera parte, la respuesta tóxica puede variar de un organismo a otro, aunque sean de la misma especie, raza o sexo y también vimos que las respuestas de organismos de diferentes especies pueden ser similares a dosis similares y que estas similitudes y diferencias podían explicarse con estudios de metabolismo comparado.

Los factores relacionados con el organismo receptor que tienen influencia sobre la toxicidad de una sustancia pueden ser genéticos (especie, cepa, sexo, individuo) o fisiológicos (embarazo, edad, estado nutricional, estado hormonal, estado de salud).

Factores genéticos.

La presencia o ausencia de un determinado camino metabólico está determinada por la constitución genética del individuo. Estas diferencias genéticas pueden resultar en diferencias en el ADME de una sustancia en un organismo y por ende de la respuesta tóxica en condiciones determinadas.

El hecho de que organismos de diferente especie puedan presentar relaciones dosis-respuesta similares, se dijo que es la razón de que se puedan extrapolar a humanos los datos toxicológicos obtenidos con animales de estudio (ratones, ratas, conejos, perros y monos).

Las respuestas serán más parecidas entre más semejantes sean los caminos metabólicos que siga el xenobiótico en el hombre y en el modelo animal.

El polimorfismo genético puede afectar la capacidad de un organismo para biotransformar un compuesto exógeno, lo cual afecta su toxicidad. Por ejemplo; los organismos con niveles bajos de colinesterasa sérica son más sensibles a ciertos insecticidas organofosforados. Otro ejemplo es el polimorfismo de la paraoxonasa sérica, una enzima que cataliza la hidrólisis de ésteres organofosforados, carbamato y ésteres de ácidos carboxílicos aromáticos. La paraoxonasa es un inhibidor de la colinesterasa sérica y es un intermediario en el metabolismo del paratión. Así que, un valor alto de paraoxonasa protege de los efectos tóxicos del paratión.

Género.

Se ha observado que algunos tóxicos presentan respuestas diferentes, dependiendo del sexo del organismo expuesto y algunas de estas diferencias se pueden explicar en base a las diferencias hormonales entre los dos sexos, y los efectos que estas hormonas tienen en los procesos de absorción, distribución, biotransformación y excreción, especialmente la presencia o ausencia de testosterona o estrógeno.

Estas diferencias se pueden atribuir a las diferencias en la actividad de enzimas de biotransformación que están bajo control hormonal. En humanos las diferencias en metabolismo de los xenobióticos está menos influenciada por el sexo que en algunas especies de animales experimentales como las ratas. Las ratas macho adultas tienen tasas metabólicas más altas que las hembras para muchos compuestos y esto las hace más susceptibles a ciertas sustancias, por ejemplo la aflatoxina B1.

Pero también hay sustancias que causan mayor toxicidad en hembras. Las ratas hembras tienen mayor susceptibilidad a los insecticidas azinfosometilo y paratión. Las ratas hembras bioactivan más rápidamente el paratión produciendo paraoxón, un inhibidor de la colinesterasa, y por lo tanto, el paratión es más tóxico para las hembras debido a las concentraciones más altas de paraoxona.

Las ratas macho desarrollan nefrotoxicidad después de la exposición repetida a los vapores de la gasolina sin plomo. La diferencia en toxicidad se asocia al mayor nivel sanguíneo de la alfa-2-microhemoglobina, proteína a la que se liga uno de los componentes de la gasolina sin plomo. Cuando el complejo formado llega al riñón causa la formación de tumores. Las ratas hembras, los ratones de ambos sexos y el hombre no desarrollan esta nefrotoxicidad.

Se piensa que se debe al bajo nivel o total ausencia de la alfa-2-microhemoglobina en estos organismos.

Tóxicos con Susceptibilidad Diferente en Cada Sexo en la Rata.

Mayor susceptibilidad en machos	Mayor susceptibilidad en hembras
Plomo	Warfarina
Aflatoxina B1	Estricnina
Epinefrina	Hexobarbital
Vapores de gasolina sin plomo	Paratión

Herencia.

Se continúa discutiendo si el cáncer es una enfermedad hereditaria o no. Hay unos cánceres que definitivamente son hereditarios y otros en los que la predisposición juega un papel importante en la génesis de varios cánceres comunes.

Un ejemplo de cáncer hereditario es el retinoblastoma infantil. La predisposición a este tumor muestra un modo de transmisión autosomal dominante. La inmunodeficiencia y la deficiencia en la reparación del ADN son defectos hereditarios que favorecen el desarrollo de cáncer.

Herencia y cáncer.

Cáncer	Tipo de Herencia	Características
Neoplasias hereditarias		
Retinoblastoma	Dominante	Incapacidad de suprimir tumores
Liposis adenomatosa	Dominante	Adenocarcinoma del colon
Neurofibromatosis tipo I	Dominante	Gliomas del cerebro y nervio óptico
Defecto en reparación del ADN		
Xerodermia pigmentosa	Recesivo	No reparación de excisiones
Anemia de Franconi	Recesivo	No reparación de ligaduras cruzadas
Ataxia	Recesivo	No repara roturas de una cadena
Agamaglobulinemia	Recesivo	Linfomas y leucemia
Síndrome linfoproliferativo	Recesivo	Linfomas y leucemia aguda
Síndrome de cáncer familiar	Dominante	Cánceres de varios órganos

Estado fisiológico.

Embarazo. El embarazo es un estado fisiológico durante el cual hay grandes cambios en las actividades de las hormonas sexuales y esto tiene un gran influencia sobre los efectos tóxicos de las sustancias en la madre gestante y el feto en desarrollo. La actividad de varias enzimas de biotransformación decrecen durante el embarazo afectando la toxicidad de algunos agentes.

En varias especies, el nivel de actividad de la monooxigenasa microsomal y la del citocromo P-450 en el hígado, decrecen durante el embarazo. En humanos la inhibición del sistema oxidasa mixta hepática puede ser la causa de que se retrase la eliminación de cafeína al final de la gestación, cuando los niveles pueden llegar a ser tres veces mayores que la concentración que normalmente se alcanza en hembras no gestantes.

La velocidad de filtración glomerular se incrementa en un 30-50% y el flujo de plasma se incrementa aproximadamente en un 25%. Estos valores regresan a sus niveles normales después del parto. Así que las exposiciones a sustancias que se eliminan por excreción renal pueden resultar en toxicidad reducida durante el embarazo y regresar a valores normales después del parto.

Edad.

Se ha demostrado que los neonatos y los animales muy jóvenes, en general, son más susceptibles a los tóxicos lo que se atribuye a deficiencias en varias enzimas de detoxificación. El cloranfenicol es más tóxico para infantes, debido a que no han desarrollado completamente la capacidad para formar glucurónidos.

No todas las sustancias son más tóxicas para esta edad. Ciertas sustancias, sobre todo los estimulantes del SNC, son menos tóxicas para los infantes. Se ha reportado que el LD50 de DDT es 20 veces mayor en ratas recién nacidas que en adultas. Quizá esto proteja a los infantes de la contaminación con DDT de la leche. La disminución de la toxicidad es debida a la ausencia de ciertas enzimas de bioactivación.

Efecto de la Edad en la Toxicidad.

Características en los Niños
pH neutro y tiempo prolongado de vaciado del estómago
Reducción en la capacidad renal
Aumento en la absorción percutánea
Mayor proporción de agua corporal
Menor capacidad de formar ligandos con proteínas
Menor glucuronidación y actividad microsomal hepática
B. Cambios Fisiológicos en los Ancianos
Múltiples enfermedades
Deficiencias nutricionales
Alta proporción de grasas
Mayor vida media de drogas en el plasma
Reducción en la eliminación renal
Reducción en la capacidad de ligar compuestos a las proteínas plasmáticas
Disminución de la absorción gastrointestinal

Aparte de las diferencias en biotransformación, hay otros factores que influyen. Ciertos tóxicos se absorben más rápido por los organismos jóvenes. Los infantes absorben de cuatro a cinco veces más plomo y 20 veces más cadmio que los adultos. El subdesarrollo de los mecanismos de excreción produce acumulación de tóxicos y medicamentos en los neonatos

En este estrato etéreo se presenta acumulación de penicilina y tetraciclina y mayor susceptibilidad a la morfina y esto se atribuye a que la barrera sangre-cerebro es menos eficiente.

Los individuos viejos, sean animales o humanos, también son más susceptibles a ciertas sustancias. El efecto de la senectud sobre la toxicidad se ha estudiado muy poco, sin embargo se considera que se debe a la disminución de la capacidad de detoxificación y a la disminución de la excreción renal.

La distribución de los tóxicos también puede cambiar por el incremento en grasa y la pérdida de agua corporal. La Tabla 2 4.2.D (A) presenta una lista de los factores fisiológicos que tienen efecto sobre la toxicidad en organismo jóvenes y también enlista algunos cambios fisiológicos que ocurren con la edad y que afectan la toxicidad.

La edad es el factor de riesgo más importante. Los neoplasmas son responsable de menos del 10% de las muertes de menores de 15 años, mientras que la incidencia de cánceres aumenta a más del 50% en los mayores de 75 años. Se piensa que la disminución con la edad, tanto de la capacidad de reparar daños en el ADN como de eliminar las células transformadas, son las causas de este fenómeno.

Estado Hormonal.

El desbalance en hormonas sexuales altera la susceptibilidad a tóxicos. El hipertiroidismo, hiperinsulinismo, adrenalotomía, y la estimulación del eje pituitariaadrenales se ha demostrado en ratas, que modifican el efecto de ciertos tóxicos.

Los efectos de estas hormonas sobre la toxicidad, están menos estudiados y entendidos que el de las hormonas sexuales.

Los efectos de los tóxicos, a menudo muestran un patrón circadiano, que se considera está relacionado con el ciclo de luz. Se han observado, principalmente en roedores, ciclos circadianos, en la susceptibilidad a tóxicos que se pueden deber a cambios bioquímicos que siguen estos ciclos tales como niveles hormonales y niveles de citocromo P-450.

Aunque los cambios, en toxicidad parecen estar relacionado con el ciclo de la luz, probablemente estén más relacionados con otros hábitos del animal, tales como la alimentación que también siguen el mismo ciclo.

Obesidad.

La obesidad se define como el exceso de tejido graso en comparación con los valores normales para la edad y sexo. La mayoría de los obesos, además de tener incrementada la cantidad de grasa, también tienen incrementada la masa de tejido magro con respecto a los individuos de peso normal de la misma edad, altura y sexo. La obesidad es lo suficientemente común como para constituir un serio problema médico y de salud pública.

La mayoría de los estudios toxicológicos se han hecho en individuos de peso normal y puede ser peligroso extrapolar los datos a los obesos. Tal como se ha propuesto el ajuste de dosis de medicamentos para pacientes obesos, se considera que también deben de hacerse ajustes similares en la evaluación de la toxicidad.

La absorción de tóxicos y otros xenobióticos parece que no es afectada por la obesidad. Las biotransformaciones tales como, la oxidación, reducción y conjugación no se afectan con la obesidad

La modificación farmacocinética más obvia que se debe de hacer es en la distribución de la sustancia en los tejidos. En individuos de peso normal la velocidad de perfusión sanguínea en grasa es menor que en tejido magro. En obesos se ha demostrado que el flujo de sangre por gramo de grasa es significativamente menor que en individuos delgados. Así pues; el flujo sanguíneo en tejido adiposo de obesos será mucho menor que en tejido magro y los tóxicos tendrán una mayor tendencia a acumularse en el tejido adiposo.

Estado de Salud.

El hígado es el órgano principal en la biotransformación de tóxicos.

Los padecimientos hepáticos tienen un gran efecto sobre la detoxificación. La hepatitis crónica y aguda, la cirrosis hepática y la necrosis hepática disminuyen la capacidad de biotransformación, normalmente entorpeciendo la oxidación, acetilación, glucuronidación e inhibiendo varias esterasas.

Las enfermedades renales también afectan la toxicidad de las sustancias químicas debido a que distorsionan el metabolismo y la función de excreción del riñón.

Las enfermedades cardíacas incrementan la toxicidad, debido a que entorpecen la circulación hepática y renal, afectando las funciones metabólicas y excretoras de estos órganos.

Las enfermedades del tracto respiratorio hacen a los sujetos más susceptibles a los contaminantes del aire tales como el SO₂.

El incremento y la disminución de temperatura corporal incrementan la vida media de los tóxicos en el organismo.

Dieta y estado nutricional.

Muchos de los constituyentes de los alimentos que consumimos influyen sobre el metabolismo y disposición de los compuestos exógenos. Las interacciones directas de algunos nutrimentos con tóxicos antes de la ingestión o dentro del TGI pueden hacer que se disminuya la toxicidad y las deficiencias nutricionales pueden incrementar la toxicidad de una sustancia.

La influencia de los nutrimentos sobre la toxicidad se puede deber a: alteraciones en la velocidad de absorción e ingreso, formación competitiva de enlaces con proteínas, cambios en las tasas metabólicas y de destoxificación y modificaciones de la eliminación renal.

Como se mencionó antes, una de las rutas más importante de biotransformación de tóxicos es catalizada por el sistema de Oxidasas de Función Mixta (OFM) en los microsomas.

La deficiencia en ácidos grasos esenciales reduce la actividad OFM.

La deficiencia de proteínas y el exceso de carbohidratos producen los mismos resultados.

Las proteínas dietarias influyen fuertemente en la respuesta del organismo a muchos compuestos incluyendo plaguicidas y micotoxinas. Se ha demostrado con animales que una dieta alta en proteínas incrementa la actividad OFM, incrementando la tasa metabólica y la velocidad de eliminación de estas sustancias peligrosas. Las ratas en dieta deficiente en proteínas son más susceptibles a los efectos tóxicos agudos de la aflatoxina B₁, un hepatotóxico muy potente.

Por otro lado, la deficiencia de proteínas generalmente reduce la tumorigenicidad de los cancerígenos, incluyendo la aflatoxina B₁. En general, la deficiencia en vitaminas A, C y E deprime la actividad de las monooxigenasas y la deficiencia en tiamina produce el efecto contrario.

La deficiencia de vitamina A incrementa la susceptibilidad del tracto respiratorio a cancerígenos.

La deficiencia de una o varias vitaminas del complejo B disminuye la actividad P-450 (algunas de las isoenzimas) y la UDP-glucuroniltransferasa.

Las deficiencias de riboflavina causan el incremento del nivel de actividad citocromo P-450 y la reducción de la NADPHcitocromo P-450 reductasa.

Los alimentos también contienen cantidades apreciables de compuestos que son inductores de OFM, tales como las flavonas, xantinas e indoles.

Una dieta rica en indoles produce un incremento de las tasas metabólicas de la oxidación y salida de xenobióticos del plasma. Es posible que la inducción de estas rutas metabólicas inhiba la carcinogénesis.

El DDT y los BPC, en ocasiones presentes en los alimentos como contaminantes, son inductores potentes.

Relación dosis-respuesta.

En las secciones anteriores se presentaron los conceptos e información que nos explica la respuesta tóxica y su variabilidad en función de lo que sucede dentro del organismo. Se describió lo que pasa desde que el tóxico llega a la superficie de absorción hasta que llega al órgano blanco, las características del daño causado cuando sus defensas son vencidas y como el organismo se defiende de la agresión química.

En esta sección se van a tratar los aspectos cuantitativos de la relación que existe entre la respuesta tóxica y la dosis suministrada.

La correspondencia entre la cantidad de tóxico y la magnitud del efecto es lo que se conoce como la relación dosis-efecto o dosis-respuesta, y tal como se mencionó antes, es uno de los conceptos centrales de la toxicología.

La mayoría de los estudios de la relación dosis/respuesta se ha hecho para determinar los efectos terapéuticos de drogas en experimentos de tipo farmacológico. Lo anterior se refleja en cierta manera en el vocabulario científico que se usa para describir esta relación.

Lo que se denomina efecto o respuesta tóxica es un **cambio orgánico permanente que debe de poder ser medido en el componente bajo estudio y tener un valor de cero cuando la dosis es cero**. La medición puede hacerse a diferentes niveles; molecular, celular, órgano, organismo, pero independientemente del nivel, **el efecto debe ser medible**.

La magnitud y tipo de los efectos adversos producidos dependen de la duración de la exposición. En algunas ramas de la toxicología, se les dan nombres diferentes a la longitud de las exposiciones a las que se acostumbra en toxicología ambiental.

Por ejemplo; en farmacología las exposiciones se denominan de la forma siguiente: las exposiciones agudas se refieren a exposiciones de menos de 24 horas y usualmente a una sola dosis, las exposiciones subagudas corresponden a exposiciones de uno a tres meses; y las exposiciones crónicas corresponden a exposiciones por más de tres meses o una determinada fracción del tiempo de vida normal del organismo en estudio.

La frecuencia de administración es también muy importante y la respuesta tóxica se incrementa cuando:

- la velocidad de absorción es más grande que la velocidad de eliminación
- cuando el intervalo de dosificación es menor que el tiempo requerido para una eliminación completa cuando la velocidad de reparación del daño es menor que la velocidad de producción del daño.

Curvas Dosis-Respuesta.

Si se obtiene una respuesta de una magnitud definida para cada dosis, dentro de un rango de dosis, se dice que la respuesta es "gradual". Es decir que a diferentes dosis, D_1, D_2, \dots, D_i , se observan los efectos, E_1, E_2, \dots, E_i , que varían en forma continua y tienen un valor único para cada dosis (dentro de la variabilidad normal que siempre se observa cuando se hacen bioensayos).

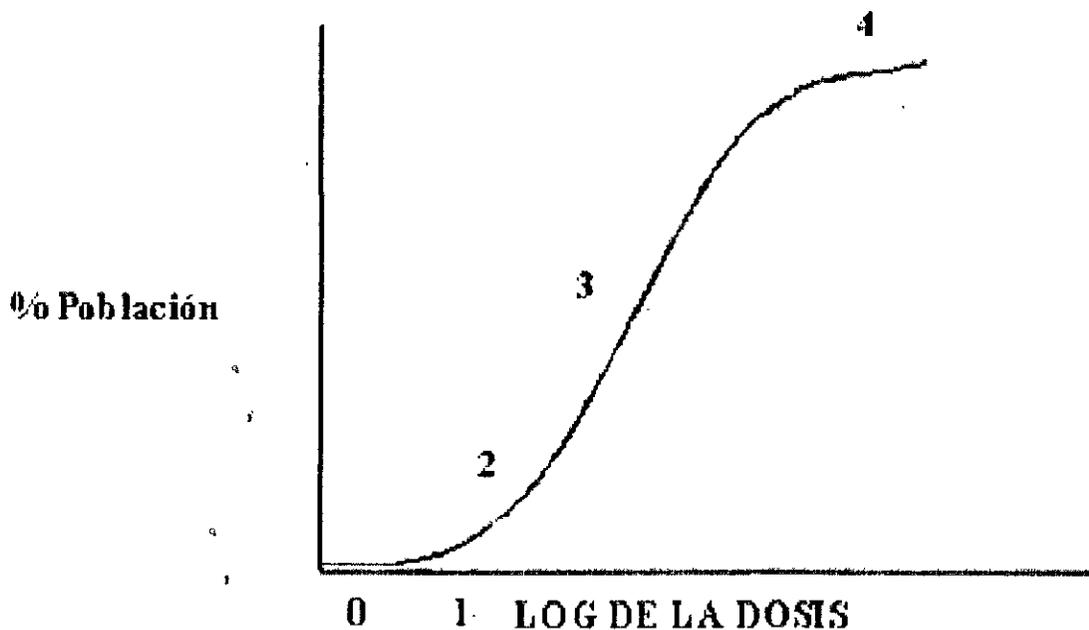
La curva dosis-efecto se construye graficando en las ordenadas los Efectos (E) causados en el organismo expuesto a una sustancia química y en las abscisas las Dosis (D) a las que fue expuesto. Si la experimentación se hizo con el tejido blanco aislado expuesto directamente a la sustancia, la respuesta observada normalmente es una función hiperbólica de la dosis de una forma similar a la ecuación de Michaelis-Menten para expresar la velocidad inicial de una reacción enzimática.

La curva pasa por el origen del sistema de coordenadas cartesianas y la pendiente máxima se presenta en el origen. La pendiente permanece aproximadamente constante durante un rango amplio de la dosis (cinética de primer orden), después la pendiente disminuye con la dosis hasta que se vuelve cero (cinética de orden cero) y la respuesta adquiere su valor máximo.

A este valor máximo se le denomina efecto máximo (E_{max}) y es una medida de la eficacia del tóxico.

En algunas ocasiones, la relación dosis-efecto no es tan definida y dentro de una población se observa una distribución de respuestas para cada dosis. En este caso el efecto que se mide no es la magnitud, se mide el porcentaje de la población en estudio que presenta una determinada respuesta para cada dosis suministrada.

Este tipo de efecto se le denomina cuantal. En estos casos se acostumbra graficar, en la ordenada, el por ciento de la población que presenta un determinado valor de la respuesta y en la absisa, el logaritmo de la dosis suministrada. Esta curva tiene forma sigmoideal.



Curva Dosis-Respuesta.

0 a 1.-Región NOAEL; 2 -LOAEL; 3.-Región Lineal; y 4.-Respuesta Máxima.

La curva pasa por el origen (cuando la dosis es cero, la respuesta es cero) y a valores muy bajos de la dosis, la curva es horizontal con un valor del efecto igual a cero (la curva va sobre el eje de las dosis). La respuesta empieza a tener un valor mayor que cero cuando la dosis llega al **nivel límite**.

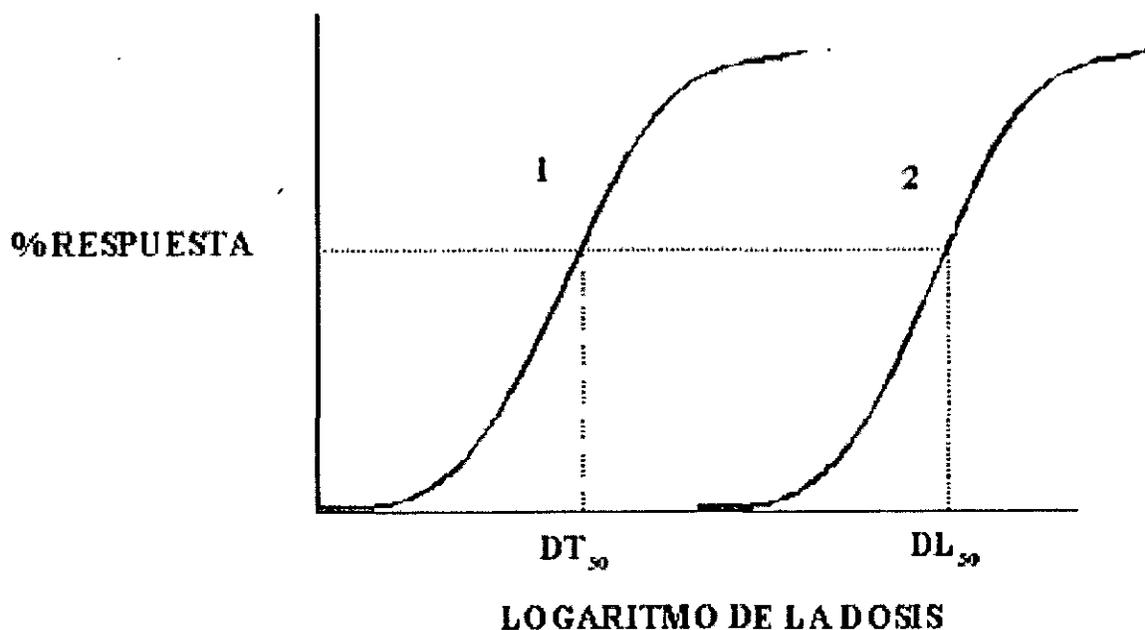
De allí en adelante la pendiente de la curva crece con la dosis, hasta que se llega a una pendiente máxima. Esta pendiente se mantiene por un amplio rango de dosis en el que la respuesta es directamente proporcional a la dosis (línea recta). A dosis mayores la pendiente empieza a decrecer hasta que la curva se vuelve asintótica a un valor máximo de la respuesta (E_{max}).

A la región de la curva donde los efectos no son medibles, se le conoce como región NOAEL (por sus siglas en inglés **No Observed Adverse Effects Level**).

La región lineal de la curva abarca aproximadamente del 16 al 84% de la respuesta máxima. El valor de E_{max} es una medida de la eficacia del tóxico o la droga. Algunas sustancias presentan relaciones dosis-respuesta diferentes a la descrita y la curva no tiene la forma de S.

Hay compuestos peligrosos que presentan dos curvas dosis-efecto, una curva que representa efectos tóxicos y otra los efectos letales. Cuando se aumenta el nivel de la dosis, se pasa de un área de la curva en la que no se observan efectos dañinos a otra donde se observan efectos tóxicos crecientes.

Cuando se aumenta aún más la dosis se presentan los efectos letales crecientes que también se relacionan con la dosis en la misma forma que los efectos anteriores. Las dos curvas son paralelas.

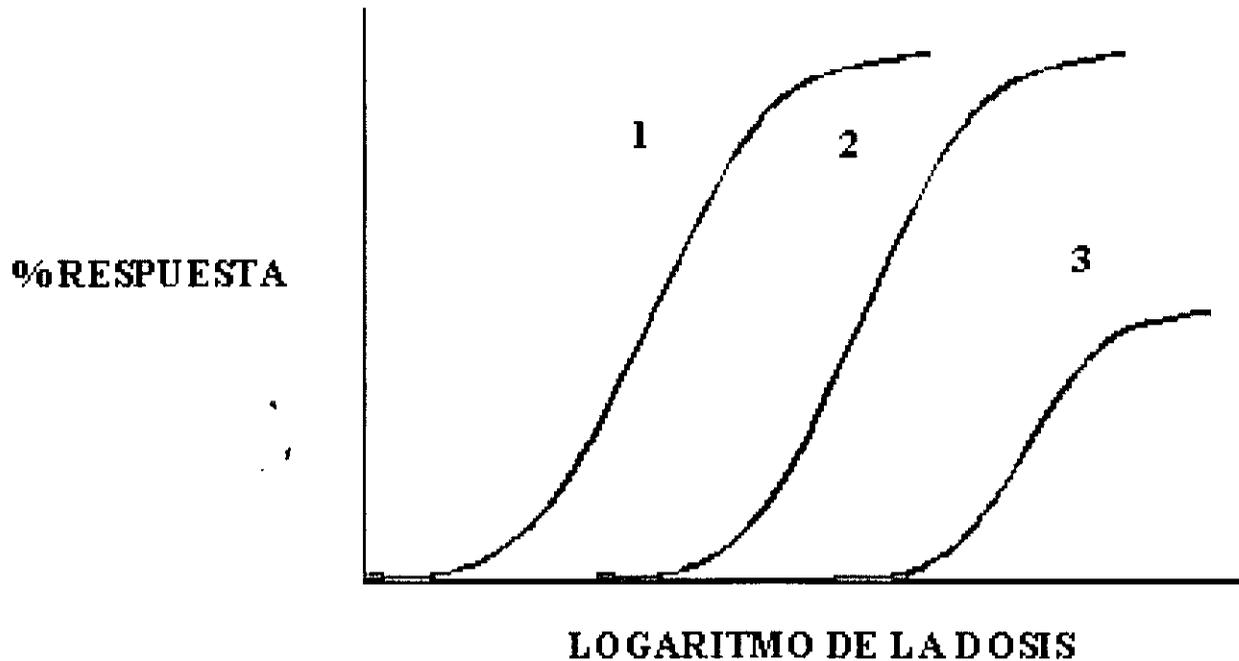


Curva Dosis-Respuesta. Compuesto que presenta las dos curvas. 1= curva de dosis-efectos tóxicos; y 2= curva de dosis-efectos letales.

Potencia vs. Eficacia.

Potencia se refiere al rango de dosis dentro del cual una sustancia produce respuestas crecientes. La curva del tóxico (o droga) más potente aparece más cercana al origen.

Potencia y Eficacia de 3 Compuestos.



La potencia de una droga está influenciada por factores tales como la absorción, el metabolismo, etc. La eficacia está relacionada a una acción más fundamental de la droga, es una medida de la capacidad intrínseca de la droga para producir un efecto. Este valor se estima midiendo la altura máxima de la curva dosis-respuesta (cuando la curva se vuelve asintótica a las abscisas) y, como ya vimos anteriormente, se le denomina E_{max}.

Dos drogas que son cualitativamente iguales en producir un efecto particular pueden diferir en su eficacia, en su potencia, o en ambas (Figura 2.5.1.C). El compuesto 1 es más potente que el compuesto 2, y el compuesto 2 es más potente que el compuesto 3; los compuestos 1 y 2 tienen igual eficacia, pero el compuesto 3 es menos eficaz que 1 y 2.

Parámetros fármaco-toxicológicos.

Para representar las curvas dosis-efecto por un número se acostumbra utilizar la dosis que produce una respuesta igual a la mitad de E_{max}.

DE50.

Si se trata de la curva dosis-efectos terapéuticos se le llama **DE50** (Dosis Efectiva, nivel 50%). Cuando se midieron efectos graduales la DE50 es la dosis que produce una respuesta igual a la mitad de la respuesta máxima. Si se midieron efectos cuantales, entonces la DE50 es la dosis que produce una respuesta deseable determinada en el 50% de la población. Este parámetro se obtiene trazando una línea horizontal del punto del 50% de respuesta en la región lineal de la curva de dosis-efectos deseables; en el punto de intersección con la curva se traza una línea vertical. El punto en el cual la línea intercepta la abscisa, es la DE50.

DL50.

Cuando se quieren representar las curvas de efectos tóxicos y letales se usa la LD50 que es la dosis a la cual el 50% de la población que recibe esa dosis muere. La forma de calcular este parámetro es idéntico al utilizado para obtener la DE50, pero en este caso se usa la curva de efectos letales. La DL50 no es una constante biológica porque hay muchos factores que influyen en la toxicidad.

Índice terapéutico, IT y Margen de seguridad, MS.

Son números útiles en estudios farmacológicos. El primero es el cociente que resulta de dividir la dosis requerida para producir un efecto letal por la dosis requerida para producir un efecto deseado, usualmente, se hace la comparación de las dosis medias.

$$IT = DL_{50} / DE_{50}$$

El segundo se calcula dividiendo la DL1 (efectos letales en el 1% de la población) por la DE99 (efectos deseables en el 99% de la población).

$$MS = DL_1 / DE_{99}$$

Efecto tóxico crítico.

Este es un parámetro que se calcula después de recopilar la información experimental de buena calidad que se haya hecho con la sustancia para una vía de exposición determinada.

Se conoce como estudio crítico al experimento o conjunto de experimentos que contienen los mejores datos de dosis-efecto de una sustancia para una vía de exposición determinada. Para decidir cuál es el mejor, se toman en cuenta los siguientes atributos:

- Si existe algún buen estudio hecho en humanos, se selecciona como el estudio crítico.
- Si no se cuenta con buenos estudios en humanos, entonces se utiliza información obtenida con animales, prefiriéndose la que provienen de modelos en los que el metabolismo de la sustancia es similar al que se observa en el hombre.
- En la ausencia de estudios, en especies que sea claramente relevantes, se asume que los humanos son tan sensible como los organismos más sensibles en los que se haya hecho experimentación.

El estudio con la especie más sensible (la especie que muestra un efecto tóxico con la dosis administrada más baja) se selecciona como el estudio crítico.

El nivel experimental más bajo, en el estudio crítico, en el que se observa que se produce el efecto adverso, también llamado LOAEL (lowest observed adverse effect level), después de las conversiones dosimétricas para ajustar por las diferencias en especie, se conoce como *efecto tóxico crítico*.

NOAEL.

NOAEL (Non Observed Adverse Effects Level) es el nivel de exposición experimental que representa el máximo nivel probado al cual no se observan efectos tóxicos. Para el propósito de evaluación de riesgos éste es el dato clave que se obtiene de los estudios de Dosis-Respuesta. Si las exposiciones experimentales fueron intermitentes, se corrige el valor del NOAEL para que representen exposiciones continuas.

Índices de toxicidad.

Los índices de toxicidad son los parámetros toxicológicos que se utilizan en la evaluación de riesgos y se obtienen de los estudios de dosis-respuesta.

Se estiman en forma diferente los índices para cancerígenos y los índices para no cancerígenos. Los valores de estos parámetros son los que se comparan con las dosis suministradas que se estiman en los estudios de exposición a tóxicos ambientales.

La mayoría de los valores publicados de los índices de toxicidad se calcularon en base a efectos observados experimentalmente en exposiciones controladas de animales de laboratorio.

Efectos no-cancerígenos.**Concepto de tolerancia.**

Como ya se presentó anteriormente, para que el tóxico llegue en forma activa a su blanco y cause un efecto permanente tiene que vencer una serie de obstáculos que le impone el organismo. Existe un nivel de dosis suministrada abajo del cual no se manifiestan los efectos tóxicos no-cancerígenos.

Como resultado de esto, existe un rango de valores de exposición, desde cero hasta un valor finito determinado, en el que el organismo puede tolerar la exposición sin manifestar ningún daño. El dato importante, en este caso, es el límite superior del rango de tolerancia para poblaciones sensibles.

Dosis de Referencia (DdR)

DdR es el índice de toxicidad que más se utiliza en la evaluación de riesgos por exposición a sustancias no-cancerígenas. Es el nivel de exposición diaria que no produce un riesgo apreciable de daño en poblaciones humanas, incluyendo las subpoblaciones sensibles.

Derivación de DdR.

La DdR se calcula en base al NOAEL.

El primer paso es obtener el valor de NOAEL de la sustancia para la vía de exposición, tipo de efecto y período de exposición para la cual se desea calcular la DdR. Se selecciona el NOAEL como base para calcular la dosis de referencia bajo el supuesto de que si se evita el efecto tóxico crítico, entonces se previenen todos los efectos tóxicos.

Si no se ha determinado el NOAEL se usa el LOAEL. En algunas ocasiones, en los estudios dosis-respuesta se observan efectos que no son de significancia toxicológica. Estos datos no se toman en cuenta para determinar el NOAEL.

Se pueden calcular varios valores de DdR para una sustancia. Se calculan diferentes DdR dependiendo de la vía de entrada del tóxico, período de exposición evaluado y de tipo de efecto agudo observado.

Es decir se puede obtener el valor de la dosis de referencia para exposiciones crónicas orales (DdRco), de la dosis de referencia para exposiciones crónicas por inhalación (DdRci), de la dosis de referencia para exposiciones subcrónicas orales (DdRso), de la Dosis de Referencia para efectos sobre el desarrollo (DdRd), etc.

El nivel de incertidumbre puede ser muy alto, y este índice no se puede tomar como una línea de demarcación entre una concentración tóxica y una no tóxica.

La DdR se deriva a partir del NOAEL o LOAEL aplicando en forma consistente una serie de Factores de Incertidumbre (FI) y un Factor Modificador (FM).

Cada uno de los FI representan una área de incertidumbre inherente a la extrapolación de los datos disponibles. Las bases para la aplicación de los FI son las siguientes:

- Se usa un FI de 10 cuando el NOAEL se obtuvo de experimentos con animales y se quiere extrapolar los resultados para determinar los niveles protectores para el hombre. Este factor tiene por objeto tomar en cuenta las diferencias interespecies entre el hombre y los animales de estudio.
- Se usa un FI de 10 para tomar en cuenta la variabilidad en la población general. Tiene por objeto proteger a las subpoblaciones más sensibles (niños, ancianos)
- Se usa un FI de 10 cuando el NOAEL se obtuvo de un estudio subcrónico y se desea estimar la DdRc
- Se usa un FI de 10 cuando se usa el LOAEL en lugar del NOAEL. Este factor intenta considerar la incertidumbre asociada con la extrapolación de LOAEL a NOAEL

El FM se aplica como sigue:

- Se aplica un FM entre 0 y 10 para reflejar una evaluación cualitativa profesional de las incertidumbres adicionales en el estudio crítico y en la base de datos que no se hayan mencionado entre los FI precedentes. El valor normal del FM es 1.

Consideraciones sobre el tiempo de exposición.

Las DdR crónicas (DdRc) se calculan para proteger de las exposiciones continuas durante todo el período vital. Como una guía general, este índice se utiliza para evaluar efectos no-cancerígenos por exposiciones por períodos mayores de 7 años (10% de la expectativa de vida).

Las DdR subcrónicas (DdRs) son útiles para caracterizar efectos no-cancerígenos en exposiciones de corta duración, entre dos semanas y siete años. Las exposiciones de corta duración suceden cuando una actividad determinada se lleva a cabo por un número limitado de años o cuando la sustancia se degrada hasta alcanzar niveles insignificantes en un lapso relativamente corto. Hay muy pocos valores de DdRs homologados como índices de toxicidad verificados.

En el cálculo de DdR de desarrollo (DdRd) se obtiene evidencia referente a la potencialidad de una sustancia para causar efectos adversos en organismos en desarrollo, como resultado de la exposición de cualquiera de los padres antes de la concepción, de la madre durante el período de gestación o del individuo desde el período postnatal hasta la maduración sexual.

Los efectos adversos pueden incluir la muerte, anomalías estructurales, crecimiento alterado y deficiencias funcionales. La evidencia se pondera y se le asigna a la sustancia una designación de peso-de-evidencia.

Se establecen tres niveles que indican el grado de confiabilidad en la información: evidencia definitiva, evidencia adecuada y evidencia inadecuada. Las categorías de evidencias definitivas y adecuadas se subdividen para indicar si la evidencia demostró que sí se producen o que no se producen efectos adversos. Después de asignar la clasificación por peso de la evidencia, se selecciona un estudio para la identificación del NOAEL.

El NOAEL se transforma, si es necesario, en dosis equivalente humana y se divide por FI similares a los descritos anteriormente. Las DdR de desarrollo están basadas en exposiciones de corta duración, porque aún una exposición única en períodos críticos (v.g., durante la gestación) puede ser suficiente para producir efectos adversos de desarrollo.

Consideraciones sobre la vía de exposición.

La filosofía detrás del cálculo de la DdR es la misma, independientemente de cual sea la vía de exposición, sin embargo, la forma de calcularla es diferente.

Si en los estudios experimentales la exposición fue intermitente, la DdR se calcula ajustando los valores observados de tal manera que reflejen exposiciones continuas. El procedimiento de cálculo de las dosis de referencia orales es el descrito anteriormente.

Los valores tabulados de las DdRco están expresados en mg de sustancia por Kg de masa corporal por día. Cuando la vía de exposición es el aparato respiratorio, la extrapolación de datos obtenidos con animales debe de considerar:

- Las diferencias anatómicas entre el animal de estudio y el hombre.

Estas diferencias pueden afectar el patrón de deposición, salida y redistribución de los contaminantes. Consecuentemente, las diferentes especies, no recibirán la misma dosis de contaminante en los mismos lugares del aparato respiratorio, aunque hayan estado expuestos a las mismas concentraciones de partículas o gases.

- Las dosis calculadas en animales se convierten a dosis equivalentes en humanos sobre las bases de consideraciones de fisiología comparada, v.g., parámetros de ventilación y superficie de las diferentes regiones pulmonares.

Las diferencias en las características fisicoquímicas de los contaminantes, tales como tamaño y forma de las partículas, o si el contaminante es un aerosol o un gas, también influyen en los patrones de deposición, salida y redistribución.

Los valores de DdRci tabulados se expresan en función de la concentración del tóxico en el aire en mg por metro cúbico para una exposición continua de 24 horas por día.

Efectos Cancerígenos.

Los índices de toxicidad para cancerígenos que se encuentran publicados son el peso de la evidencia y el factor de pendiente. La mayoría de los estudios experimentales para determinar la capacidad de una sustancia para inducir cáncer, se hace con animales de laboratorio a concentraciones del cancerígeno mucho más altas de las que se podrían presentar en las exposiciones a tóxicos ambientales.

Esto se hace porque, a concentraciones bajas se necesitan lotes experimentales muy grandes en experimentos de larga duración. Se han hecho experimentos con decenas de miles de roedores con duración de varios años. Para obtener datos a más corto plazo y con un número más reducido de animales se tienen que hacer experimentos en los que la concentración del tóxico sea varias órdenes de magnitud mayores que las que el hombre puede encontrar en el medio ambiente.

En los estudios de carcinogénesis experimental se utilizan dosis similares a la máxima dosis tolerable, que es la dosis que el animal de laboratorio puede tolerar sin que presente síntomas de intoxicación que induzcan estados de enfermedad diferentes al cáncer.

Concepto de no-tolerancia.

La carcinogénesis es un fenómeno para el cual no se considera apropiado el concepto de tolerancia. Se supone que un número reducido de eventos a nivel molecular puede producir cambios en una célula que pueden conducir a una proliferación descontrolada y eventualmente a un estado clínico de enfermedad. Por lo tanto, no existe un nivel de exposición en el que un cancerígeno no presente una probabilidad, no importa que tan pequeña, de originar un cáncer.

Esto quiere decir que no hay dosis que se considere libre de riesgo.

Lo anterior, se aplica a los cánceres formados por el mecanismo de genotoxicidad. Los cánceres inducidos por mecanismos diferentes al anterior, como podría ser la elevación de la incidencia de cáncer debido a que el tóxico acelera la reproducción celular sin afectar la integridad del ADN, presentan un comportamiento similar al de los tóxicos no cancerígenos y el índice de toxicidad más adecuado en este caso es la dosis de referencia DdR.

Peso de la evidencia.

Es una evaluación de la información existente para determinar si un compuesto se puede considerar como cancerígeno para humanos. La información se caracteriza en forma separada, la proveniente de estudios humanos y animales, como suficiente, limitada, inadecuada, inexistente o evidencia de no efecto. En base a esta información la sustancia se asigna a uno de los grupos que aparecen en la Tabla que sigue.

Clasificación de la Cancerogenicidad por Peso de la Evidencia.

GRUPO	DESCRIPCIÓN
A	Cancerígeno para Humanos
B	Probable cancerígeno para Humanos
B1	Hay información limitada con humanos
B2	Hay información suficiente en animales pero no con humanos
C	Posible cancerígeno humano
D	No clasificable como cancerígeno para humanos
E	Evidencia de no-carcinogenicidad para humanos

Dosis equivalentes para humanos.

Cuando se utilizan datos obtenidos con animales experimentales como base para la extrapolación, hay que calcular la dosis para humanos que es equivalente a las dosis utilizadas en los estudios. Para calcular las dosis equivalentes se supone que los organismos son igualmente susceptibles al agente, si absorben la misma cantidad de tóxico por unidad de superficie corporal.

La superficie corporal es aproximadamente proporcional al peso corporal elevado a la potencia 2/3. La dosis equivalente para humanos, en mg/día, se calcula multiplicando la dosis experimental por el factor (peso hombre/peso animal)^{2/3}.

$$DEH = DSA(H/A)^{2/3}$$

Donde

DEH es la Dosis Equivalente para Humanos en mg/día
 DSA es la dosis suministrada en el estudio experimental con animales, expresada en las mismas unidades.
 H es la masa corporal del hombre y
 A es la masa corporal del animal, ambas expresadas en las mismas unidades.

Para dosis experimentales expresadas en mg/(Kg.xdía), la dosis humana equivalente se calcula multiplicando la dosis con animales por la relación de peso de hombre a animal elevada a la potencia 1/3.

$$DEH = DSA(H/A)^{1/3}$$

Donde

DEH, DSA, A y H tienen el mismo significado que en la ecuación anterior, pero están expresadas en mg/Kgxdía.

Para la inhalación vitalicia de vapores y gases parcialmente solubles, la dosis equivalente es la concentración del agente en el aire expresada en ppm. Los tiempos equivalentes se expresan en fracciones del período vital. Para la inhalación de partículas y de gases solubles, la cantidad absorbida por unidad de superficie corporal se considera como la dosis equivalente entre especies.

2. Residuos Biológicos.

2.1 Residuos Infecciosos.

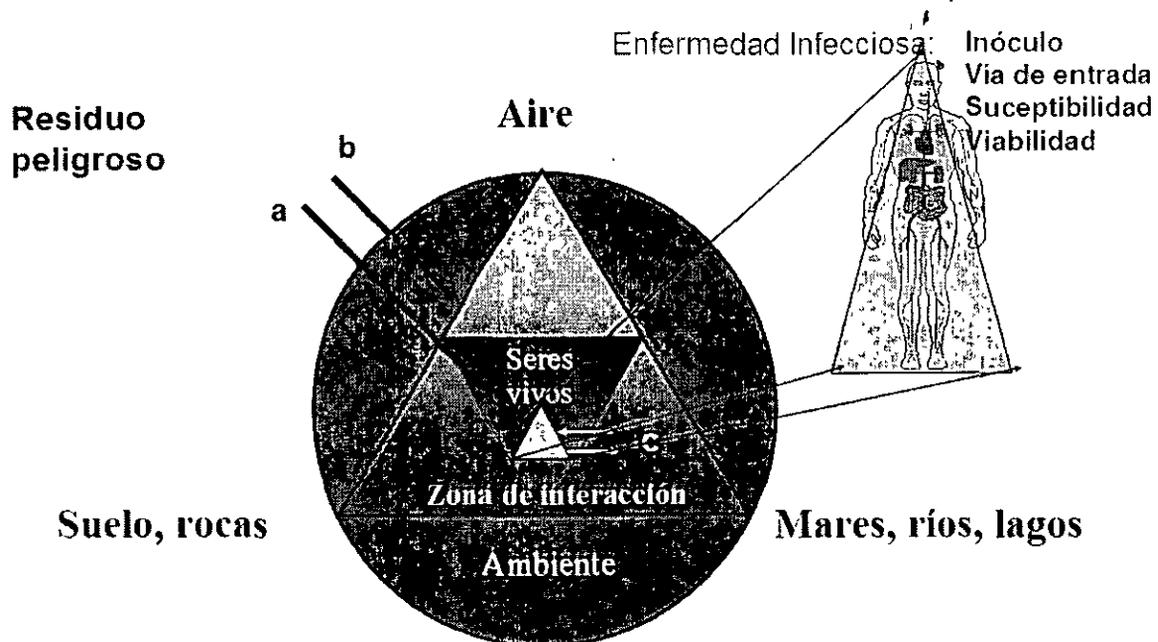
Los residuos infecciosos son aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos y que pueden causar efectos nocivos a la salud y al ambiente.

Esta característica se considera para cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inóculo), en un ambiente propicio (supervivencia), en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada. Se consideran tres características para que se pueda llevar a cabo una afectación por este tipo de residuos:

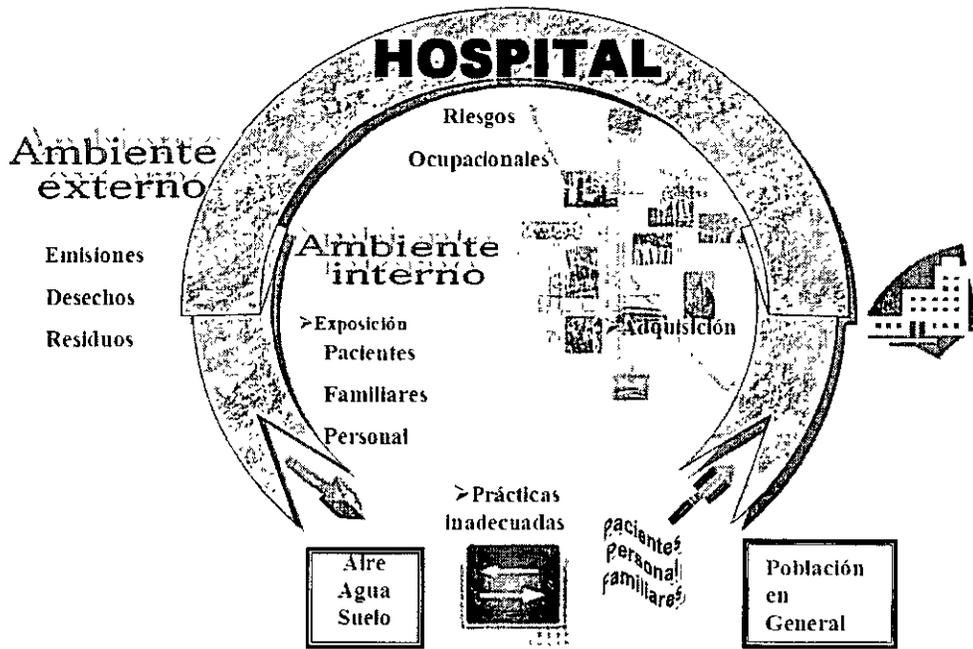
- ⊗ Composición.
- ⊗ Cantidad.
- ⊗ Disponibilidad

Dadas estas características se correlacionan diversas formas de contagio o contacto posible con los elementos que conforman a los residuos biológicos infecciosos.

La composición, la cantidad y la disponibilidad afectan en forma proporcional para que este tipo de residuos puedan repercutir en la salud humana, en la sociedad y al medio ambiente. Se muestran algunas interacciones de este tipo de residuos.



- a. Afectación a los seres vivos
- b. Afectación directa al ambiente
- c. Afectación indirecta a los seres vivos a través de la alteración del ambiente

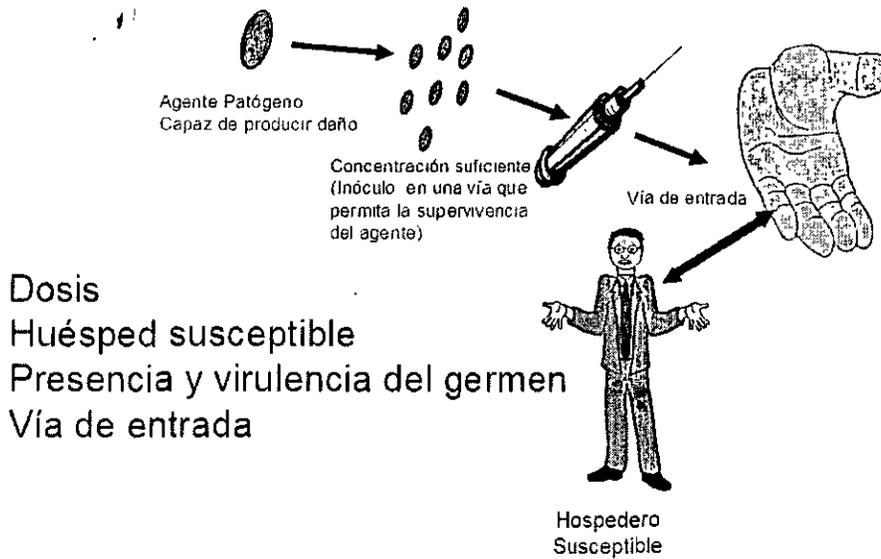


Daño al medio ambiente y a la Salud

Factores para que la basura hospitalaria sea infecciosa y cause enfermedad.

Norma-087-SSA1Ecol-2002

Manejo de Residuos Peligroso Biológico Infeccioso (RPBI)



- Dosis
- Huésped susceptible
- Presencia y virulencia del germen
- Vía de entrada



DIFERENCIAS EN LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

NOM-087-ECOL-1995	NOM-087-ECOL-SSA1-2002
Materiales con sangre líquida o seca.	La sangre y los componentes de esta sólo en forma líquida.
Instrumentos y aparatos para transferencia, inocular y mezclar cultivos.	Utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos.
Los objetos punzo-cortantes usados o sin usar.	Objetos punzo-cortantes que han estado en contacto con humanos, animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico o tratamiento.
Tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante necropsias y cirugía	Tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía que no se encuentren en formol.

DIFERENCIAS EN LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

NOM-087-ECOL-1995	NOM-087-ECOL-SSA1-2002
Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.	Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico, excluyendo orina y excremento.
Cadáveres de pequeñas especies animales provenientes de clínicas veterinarias, centros antirrábicos o los utilizados en centros de investigación.	Cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes enteropatógenos en centros de investigación y bioterios.
Los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.	Residuos no anatómicos.
El equipo, material y objetos utilizados durante la atención a humanos y animales.	Los recipientes desechables que contengan sangre líquida.

DIFERENCIAS EN LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

NOM-087-ECOL-1995	NOM-087-ECOL-SSA1-2002
Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras biológicas.	<p>-Materiales de curación empapados, saturados o goteando sangre o líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido cefalorraquídeo o líquido peritoneal.</p> <p>-Los materiales desechables que contengan esputo, secreciones pulmones y cualquier material usado para contener estos con o sospecha o diagnóstico de tuberculosis o enfermedad determinada por SSA mediante memorándum interno o Boletín Epidemiológico.</p>

DIFERENCIAS EN LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

NOM-087-ECOL-1995	NOM-087-ECOL-SSA1-2002
	<p>-Materiales desechables empapados, saturados o goteando sangre o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebre hemorrágicas, así como enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorandum interno o Boletín Epidemiológico.</p> <p>- Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.</p>

2.2 Manejo.

Se muestran a continuación las características que se deben de contemplar para que el manejo de este tipo de sustancias permita minimizar los efectos a la salud y al medio ambiente.

Deben ser clasificados y separados inmediatamente después de su uso. No se debe permitir bajo ninguna circunstancia que el paso del tiempo potencie el riesgo debido al descuido en cuanto a la segregación de este tipo de residuos. Es de suma importancia que se capacite al personal para se minimicen los riesgos inherentes de estos residuos.

La cooperación del grupo médico, enfermería y paramédico es indispensable.

Los responsables de la clasificación y la separación de este tipo de residuos son:

- ⊗ Médicos.
- ⊗ Enfermeras.
- ⊗ Odontólogos.
- ⊗ Auxiliares de enfermería.
- ⊗ Técnicos de laboratorio.
- ⊗ Químico Farmacobiólogos.

Las ventajas de efectuar y llevar a cabo la separación de este tipo de residuos se presentan a continuación:

- ⊗ **Separar los desechos que puedan representar algún peligro.**
- ⊗ **Reduce el riesgo de exposición.**
- ⊗ **Disposición fácil de los materiales que puedan ser:**
 - ⊗ **RECICLADOS.**
 - ⊗ **RECUPERADOS.**
 - ⊗ **REUTILIZADOS.**

2.3 Recolección y Transporte.

El envasado de RPBI debe de llevarse a cabo como lo indica la normatividad vigente NOM-087-ECOL-SSA1-2002, se muestran a continuación las características de esta norma.

Tipo de Residuos	Estado Físico	Envasado	Color
Sangre	Líquido	Contenida en recipientes herméticos se colocaran en bolsas de polietileno. Contenida en tubos, recipientes de vidrio no reutilizables se colocarán en recipientes rígidos de polipropileno.	Rojo

Tipo de Residuos	Estado Físico	Envasado	Color
Cultivos y cepas de agentes infecciosos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
Patológicos	Sólidos Líquidos	Bolsas de polietileno Recipientes herméticos	Amarillo Amarillo
Residuos no anatómicos	Sólidos Líquidos	Bolsas de polietileno Recipientes hermeticos	Rojo Rojo
Objetos punzocortantes	Sólidos	Recipientes rígidos polipropileno	Rojo

Recipientes para el envasado de los RPBI.

Se presentan a continuación los principales elementos que deben de contemplarse para el envasado de este tipo de residuos.

- ⊗ Recipientes rígidos de polipropileno.
- ⊗ Color rojo.
- ⊗ Con separador de agujas y abertura para depósito, con tapa de ensamble seguro y cierre permanente.
- ⊗ Resistencia de 12.5 Newtons.
- ⊗ Llenarse al 80% de su capacidad.

Áreas donde se colocarán los envasados para RPBI.

- ⊗ Áreas de preparación de medicamentos.
- ⊗ Banco de sangre.
- ⊗ Laboratorio.
- ⊗ Quirófano.
- ⊗ Cubículo de urgencias.
- ⊗ Consultorios dentales.
- ⊗ Áreas de vacunación.

Recipientes para el envasado de los RPBI.

Los recipientes deben de:

- ⊗ Colocarse cerca del área donde se manejan los punzo-cortantes.
- ⊗ Fijarse a la mesa de trabajo.
- ⊗ Desenroscar la aguja de la jeringa, tirándola en el contenedor.
- ⊗ La jeringa se tirara en la bolsa.
- ⊗ Fijarse a la pared cerca de la cabecera de la cama en cuartos individuales o entre dos camas en cuartos dobles
- ⊗ Colocarse en los bancos de sangre.
- ⊗ Colocarse en los laboratorios.

Prácticas inadecuadas en el uso de recipientes para RPBI.

- ⊗ Colocar el contenedor lejos del paciente o sin fijar en superficies pequeñas.
- ⊗ Omitir el uso adecuado de las bolsas de color rojo, amarillo y verde.
- ⊗ Manejarlos como si fueran residuos comunes.
- ⊗ No identificar el riesgo inherente del potencial biológico e infeccioso
- ⊗ Dispersarlos de manera inconsciente en las áreas relativas que puedan generar focos de infección.

Áreas donde se colocarán bolsas rojas.

- ⊗ Quirófano.
- ⊗ Salas de urgencias.
- ⊗ Curaciones.
- ⊗ Central de enfermeras.
- ⊗ Banco de sangre.
- ⊗ Áreas de aféresis.

Quirófano.

- ⊗ Las gasas y compresas se deben recibir en una cubeta colocada junto a la mesa de operaciones.
- ⊗ Al contar serán colocadas en una sábana en el suelo.
- ⊗ Se separan de acuerdo a su contenido de líquido hemático.

Cuarto de curaciones.

- ⊗ Donde se manejen drenajes quirúrgicos y sellos de agua.

Banco de sangre.

- ⊗ Área de Transfusiones.
- ⊗ Área de Aféresis.

Pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis.

- ⊗ Bolsa de 30 x 40 cm, estas se proporcionaran en la primera semana después de iniciado el tratamiento.
- ⊗ Cambiar cada 24 horas.
- ⊗ Los cubrebocas se desecharan en la bolsa.

Laboratorio.

- ⊗ Material que no sea sometido a tratamiento in situ.
- ⊗ Muestras de excremento y orina se tiran al drenaje o en bolsas de basura municipal.

Consideraciones especiales en las áreas de trabajo.

- ⊗ Lavado de manos.
- ⊗ Sistemas de aislamiento.
- ⊗ No mezclar los RPBI.
- ⊗ El personal de intendencia debe de recibir entrenamiento y técnicas de limpieza.
- ⊗ Lavado de manos al retirar los guantes y al termino de cada actividad.

Recomendaciones especiales.

- ⊗ No desechar frascos que contengan RPBI o sospecha de su presencia.
- ⊗ Los tubos de vidrio deben colocarse en un recipiente con algún detergente o desinfectante, posteriormente se lavarán y esterilizarán.
- ⊗ Crear conciencia ambiental en forma continua.

2.4 Almacenamiento.**Recolección, transporte interno y almacén temporal.****Recolección interna.**

La recolección interna debe de contemplar los siguientes aspectos:

- ❖ La recolección debe realizarse por personal capacitado.
- ❖ Contar con equipo de protección.
- ❖ Verificar que las bolsas y contenedores se encuentren al 80% de su capacidad.
- ❖ Los carros de transporte no debe rebasar su carga.

Almacenamiento.

El almacenamiento de los RPBI debe de contemplar los siguientes aspectos:

- ❖ Área de almacén deberá estar señalizada.
- ❖ El periodo de almacenamiento debe de contemplar:
 - ✓ Nivel I máximo 30 días.
 - ✓ Nivel II máximo 15 días.
 - ✓ Nivel III máximo 7 días.

3. Residuos químicos e industriales.**3.1 Desechos químicos.****Clasificación de residuos peligrosos por giro industrial y proceso.**

Se presentan a continuación las sustancias químicas que se encuentran catalogadas por giro industrial y proceso.

De igual forma se presenta la clasificación de residuos por fuente no específica.

NO. GIRO	INDUSTRIAL Y PROCESO	NO. GIRO	INDUSTRIAL Y PROCESO
1	ACABADO DE METALES Y GALVANOPLASTIA	11	PINTURAS Y PRODUCTOS RELACIONADOS.
2	BENEFICIO DE METALES	12	PLAGUICIDAS.
3	COMPONENTES ELECTRONICOS	13	PRESERVACION DE LA MADERA. PRODUCCION EN GENERAL.
4	CURTIDURIA	14	PRODUCCION DE BATERIAS.
5	EXPLOSIVOS.	15	QUIMICO FARMACEUTICA
6	PRODUCCION DE HULE	16	QUIMICA INORGANICA.
7	MATERIALES PLASTICOS Y RESINAS SINTETICAS	17	QUIMICA ORGANICA
8	METALMECANICA	18	TEXTILES.
9	MINERIA		
10	PETROLEO Y PETROQUIMICA.		

"MANEJO DE RESIDUOS TÓXICOS"

Clasificación de residuos por Fuente no Específica.

1.1	FUENTES NO ESPECIFICAS
	ENVASES Y TAMBOS VACIOS USADOS EN EL MANEJO DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.
	LODOS DE DESECHO DEL TRATAMIENTO BIOLOGICO DE AGUAS RESIDUALES QUE CONTENGA CUALQUIER SUBSTANCIA TOXICA AL AMBIENTE EN CONCENTRACIONES MAYORES A LOS LIMITES SEÑALADOS EN EL ARTICULO 5.5 DE ESTA NORMA
	ACEITES LUBRICANTES GASTADOS.
	RESIDUOS DE EL MANEJO DE LA FIBRA DE ASBESTO PURO, INCLUYENDO POLVO, FIBRAS Y PRODUCTOS FACILMENTE DESMENUZABLES CON LA PRESION DE LA MANO (TODOS LOS RESIDUOS QUE CONTENGAN ASBESTO EL CUAL NO ESTE SUMERGIDO O FIJO EN UN AGLUTINANTE NATURAL O ARTIFICIAL)
	TODAS LAS BOLSAS QUE HAYAN TENIDO CONTACTO CON LA FIBRA DE ASBESTO, ASI COMO LOS MATERIALES FILTRANTES PROVENIENTES DE LOS EQUIPOS DE CONTROL COMO SON: LOS FILTROS, MANGAS, RESPIRADORES PERSONALES Y OTROS, QUE NO HAYAN RECIBIDO UN TRATAMIENTO PARA ATRAPAR LA FIBRA EN UN AGLUTINANTE NATURAL O ARTIFICIAL

1.1	FUENTES NO ESPECIFICAS
	LOS SIGUIENTES SOLVENTES GASTADOS NO HALOGENADOS: XILENO, ACETONA, ACETATO DE ETILO, ETILBENCENO, ETER ETILICO, ISOBUTIL METIL CETONA, ALCOHOL N-BUTILICO, CICLOHEXANONA Y METANOL Y LOS SEDIMENTOS O COLAS DE LA RECUPERACION DE ESTOS SOLVENTES Y MEZCLAS DE SOLVENTES GASTADOS.
	LOS SIGUIENTES SOLVENTES GASTADOS NO HALOGENADOS: TOLUENO, ETIL METIL CETONA, DISULFURO DE CARBONO, ISOBUTANOL, PIRIDINA, BENCENO, 2-ETOXIETANOL, 2-NITROPROPANO Y LOS SEDIMENTOS DE LA RECUPERACION DE ESTOS SOLVENTES Y MEZCLAS DE SOLVENTES GASTADOS.
	LOS SIGUIENTES SOLVENTES GASTADOS NO HALOGENADOS: CRESOLES, ACIDO CRESILICO, NITROBENCENO Y LOS SEDIMENTOS DE LA RECUPERACION DE ESTOS SOLVENTES Y MEZCLAS DE SOLVENTES GASTADOS.
	RESIDUOS DE TRI-TETRA- O PENTAFLOROFENOL PROVENIENTES DE SU PRODUCCION O DE SU USO COMO REACTANTE, PRODUCTO INTERMEDIO O COMPONENTE DE UNA FORMULACION.
	RESIDUOS DE TETRA PENTA- O HEXACLOROBENCENO PROVENIENTES DE SU USO COMO REACTANTE, PRODUCTO INTERMEDIO O COMPONENTE DE UNA FORMULACION, BAJO CONDICIONES ALCALINAS

1.2	RESIDUOS PROVENIENTES DE HOSPITALES, LABORATORIOS Y CONSULTORIOS MEDICOS
	RESIDUOS DE SANGRE HUMANA.
	RESIDUO DE CULTIVO Y CEPAS DE AGENTES INFECCIOSOS.
	RESIDUOS PATOLOGICOS.
	RESIDUOS NO ANATOMICOS DE UNIDADES DE PACIENTES.
	RESIDUOS DE OBJETOS PUNZOCORTANTES USADOS.
	RESIDUOS INFECCIOSOS MISCELANESOS COMO: MATERIALES DE CURACION Y ALIMENTOS DE ENFERMOS CONTAGIOSOS.
	RESIDUO DE CULTIVO Y CEPAS DE AGENTES INFECCIOSOS.

NO. DE GIRO	MATERIA PRIMA	RESIDUO PELIGROSO
1	ACEITES MINERALES. ACIDOS. MONOMEROS Y ANHIDRIDOS. PRODUCCION EN GENERAL	ACEITES AROMATICOS. ACEITES NAFTENICOS ACIDO ACETICO ACIDO CLORHIDRICO ACIDO FUMARICO ACIDO ISOFTALICO ACIDO ISONONANOICO ACIDO OXALICO ANHIDRIDO FTALICO ANHIDRIDO MALEICO ANHIDRIDO TRIMETILICO MONOMERO DE ACRILATO DE ETILO MONOMERO DE METACRILATO DE ETILO MONOMERO DE METACRILATO DE ISOBUTILO
2	PEROXIDOS. PLASTIFICANTES . POLIOLES Y VARIOS. PRODUCCION EN GENERAL.	HIDROXIDO DE AMONIO PEROSIDO DE LAURILO FTALATO DE BUTIL BENCILO PENTAERITRITOL PROPILENGLICOL TRIMETILOLETANO TRIMETILOLPROPANO FORMALDEHIDO PARAFORMALDEHIDO SILICATO DE ETILO
NO. DE GIRO	MATERIA PRIMA	RESIDUO PELIGROSO
3	PIGMENTOS PRODUCCION EN GENERAL	AMARILLO NAFTOL AZUL FTALOCIANINA AZUL VICTORIA COLORANTE NARANJA 29-19 PIRAZOLONA VIOLETA DE CARBAZOL AMARILLO CROMO ROJO MOLIBDATO NARANJA CROMO 25 NARANJA MOLIBDATO
4	RESINAS DISPERSIONES Y MICRODISPERSIONES EN AGUA	RESINAS DE TOLUEN DIISOCIANATO
	SISTETICAS EN SOLUCION DE SOLVENTES	ALQUIDALICAS DE ACEITE LARGA ALQUIDALICAS DE ACEITE MEDIO EPOXICAS FENOLICAS EN SOLUCION FUMARICAS HEMATOXI METAL MELAMINA MELEICAS POLIESTER SILICON ALQUIDAL SILICONES URETANOS
	SÓLIDAS SINTETICAS	NITROCELULOSA POLIAMIDA POLIESTERES FENOLICAS MODIFICADAS Y EN SOLUCION

NO. DE GIRO	MATERIA PRIMA	RESIDUO PELIGROSO	
5	SOLVENTES PRODUCCION EN GENERAL	ACETATO DE BUTIL CARBITOL ACETATO DE BUTIL CELLOSOLVE ACETATO DE CARBITOL ACETATO DE CELLOSOLVE ACETATO DE METIL CELLOSOLVE ACETONA ALCOHOL DIACETONA ALCOHOL ETILICO ALCOHOL ISOBUTILICO ALCOHOL POLIVINILICO AROMINA 100 AROMINA 150 BUTANOL CICLOHEXANONA CLORURO DE METILENO ETER METILICO DE ETILENGLICOL ETER MONOBUTILICO	DEL DIETILENGLICOL ETER MONOETILICO DEL ETILENGLICOL ETER MONOPROPILICO DEL ETILENGLICOL 2-ETIL-HEXIL ALCOHOL GAS NAFTA GAS SOLVENTE ISOFURONA METIL ISOBUTIL CETONA 2-NITROPROPANO VMP NAFTA HEPTANO HEXANO ISOPROPANOL METANOL

NO. DE GIRO	RESIDUOS DE MATERIAS PRIMAS Y BOLSAS O ENVASES	RESIDUO PELIGROSO	
1	ACIDOS ANHIDRIDOS MONOMEROS Y PEROXIDOS PRODUCCION GENERAL	ACIDO ACRILICO ACIDO AZELAICO ACIDO DIMETIL PROPIONICO ACIDO ETIL 2-HEXOICO ACIDO PARA-TOLUEN SULFONICO ACIDO SEBASICO ACIDO SULFONICO AROMATICO ACIDO SULFURICO ACIDO TEREFTALICO ANHIDRIDO METACRILICO ANHIDRIDO SUCCINICO ACETATO DE VINILO ACRILATO DE BUTILO ACRILATO DE METILO ESTIRENO	METACRILATO DE BUTILO METACRILATO DE METILO HIDROPEROXIDO DE CUMENO PEROXIDO DE AZODISISOBUTIRONI TRILO PEROXIDO DE BENZOILO PEROXIDO DE CICLOHEXANONA PEROXIDO DE DITERBUTOLO PEROXIDO DE METIL ETIL CETONA PEROXIDO DE TERBUTIL PERBENZOATO PEROXI-2ETIL HEXANOATO DE TERBUTOLO

NO. DE GIRO	RESIDUOS DE MATERIAS PRIMAS Y BOLSAS O ENVASES	RESIDUO PELIGROSO	
2	SECANTES, PIGMENTOS Y VARIOS PRODUCCION EN GENERAL	NAFTENATO DE COBALTO NAFTENATO DE PLOMO ALCANOATO DE COBALTO ALCANOATO DE PLOMO NEODECANATO DE COBALTO NEODECANATO DE PLOMO OCTOATO DE COBALTO OCTOATO DE PLOMO ALBAYALDE AMONIACO ANTIESPUMANTE ORGANICO FOAMICIDE B-18 DIBUTILAMINA DIETILENGLICOL	DIETILENTRIAMINA TIMETIL ETIL AMINA ETIL METIL CETOXIMA HIDROQUINONA HIDROXIDO DE SODIO LITARGIRO MINIO NITRITO DE SODIO OXIDO DE MERCURIO OXIMAS PLOMO SALES DE MERCURIO (DIOCIDA-FUNGICIDA) POLA CIDA TRIEILAMINA TRIEILENTE TRAAMINA TRIFENIL FOSFITO SULFATO DE PLOMO AMARILLO CADMIO AMARILLO URAMINA NARANJA BENCIDINA ROJO CADMIO VERDE CROMO 25
NO. DE GIRO	RESIDUOS DE MATERIAS PRIMAS Y BOLSAS O ENVASES	RESIDUO PELIGROSO	
3	RESINAS SINTETICAS EN SOLUCION DE SOLVENTES	ACRILICAS EN SOLUCION ALQUIDALICAS DE ACEITE CORTA FENOL-FORMAL DEHIDO FORMALDEHIDO TIPO TRIACINA ISOCIANATOS MELAMINA FORMALDEHIDO UREA FORMAL DEHIDO	
4	SOLVENTES PRODUCCION EN GENERAL	ACETATO DE AMILO ACETATO DE BUTILO ACETATO DE ETILO ACETATO DE ISOAMILO ACETATO DE ISOPROPILO ACETATO DE METILO AGUARRAS BUTIL CELLOSOLVE CICLOHEXANO DIETIL CETONA ETER METILICO DEL PROPILLEN GLICOL GASOLINA INCOLORA METIL ETIL CETONA METIL ISOAMIL CETONA METIL ISOBUTIL CARBINOL TOLUENO XILENO	

3.2 Procesos físicos y químicos.

Para poder llevar a cabo el reconocimiento de los posibles tratamientos para las sustancias o desechos tóxicos, se deben de considerar en primera instancia los siguientes conceptos.

Propiedades físicas y químicas.

Los materiales y sustancias que constituyen a los residuos peligrosos están caracterizados de acuerdo con sus propiedades físico-químicas.

Propiedades físicas.

Las propiedades físicas comprenden aquellas que pueden ser determinadas sin alterar la composición química de la materia; son típicas de cada sustancia o compuesto, y aunque muchas son comunes para varias sustancias, no todas son las mismas para dos compuestos diferentes.

Propiedades físicas:

- * Forma: líquida, sólida o gaseosa
- * Color
- * Olor
- * Sabor
- * Densidad o peso específico
- * Solubilidad
- * Coeficiente de partición lípido-agua
- * Presión de vapor
- * Temperatura de ebullición
- * Temperatura de solidificación
- * Disociación e ionización

A continuación se describen algunas de estas propiedades:

Peso específico:

Se refiere a la masa o peso del volumen dado de una sustancia, comparada con la masa o peso de un volumen igual de agua; se trata de saber si esa sustancia es más o menos pesada que el agua.

Solubilidad en agua:

Esta propiedad se expresa como la cantidad o el porcentaje de un material (en peso) que se disuelve en agua a temperatura ambiente.

La movilidad de los residuos peligrosos en los suelos se ve favorecida por su solubilidad en agua. Cuando ésta es mayor a 500 ppm (partes por millón), los residuos alcanzan una gran movilidad y una mayor concentración en los medios acuáticos --como ocurre con el aluminio y el cadmio. Si las sustancias que componen los residuos tienen una solubilidad acuosa mayor a 25 ppm, no son persistentes en los organismos vivos. Y si su solubilidad es menor, pueden quedar inmovilizadas en los suelos y acumularse en los seres vivos -- como sucede con el arsénico y el plomo.

Coeficiente de partición lípido-agua:

Es la relación entre la solubilidad en agua de un material y su solubilidad en un aceite.

A través de este coeficiente se puede determinar la capacidad que tienen las sustancias que conforman los residuos para disolverse en agua y en lípidos (por ejemplo, los que conforman las membranas de los seres vivos). Sustancias con coeficientes mayores a 1 son liposolubles y de fácil absorción a través de las membranas y acumulación en el tejido graso (por ejemplo, los hidrocarburos aromáticos y los plaguicidas).

Presión de vapor:

Mide indirectamente la cantidad de una sustancia que se vaporiza a una temperatura dada. A mayor presión de vapor la sustancia desprende una mayor cantidad de vapores a esa temperatura, la cual generalmente corresponde a la temperatura ambiental.

La volatilidad de las sustancias depende de su presión de vapor.

Aquellas con presiones superiores a los 10-3 mm de mercurio (Hg), a 25°C, son muy volátiles y se movilizan fácilmente, dispersándose en el ambiente (acetona, éter etílico y metil-isocianato).

Las que tienen presiones de vapor entre 10-4 y 10-6 mm de Hg son ligeramente volátiles y menos móviles; en tanto que las que tienen una presión menor a los 10-7 mm de Hg pueden considerarse como no volátiles (aceites minerales y metales pesados).

Disociación e ionización:

Al solubilizarse, las sustancias iónicas se disocian; esto quiere decir que un átomo o un grupo de átomos se separan un poco de la sustancia original y adquieren una carga positiva (catión) o una negativa (anión). Las sustancias que no se disocian se denominan no-iónicas. Esta característica es importante para determinar su movilidad en los suelos.

Las sustancias aniónicas y no-iónicas son móviles en los suelos, mientras que las catiónicas se adsorben fuertemente a las partículas del suelo y quedan inmovilizadas.

pH:

Es el potencial de hidrogeniones de una sustancia y se refiere al cambio en la concentración de iones de hidrógeno (H⁺) (hidrogeniones) que se produce cuando esa sustancia se disuelve en agua. Si los hidrogeniones aumentan, la sustancia es ácida y el pH es menor a 7; por el contrario, si disminuyen, la sustancia es alcalina y su pH es mayor a 7.

Propiedades químicas:

Son aquellas que pueden ser determinadas cuando la sustancia sufre cambios en su composición básica; y las que al manifestarse, en general se acompañan de cambios en una o varias de sus propiedades físicas. Entre ellas destacan las enlistadas como se muestra a continuación.

Propiedades químicas.

- * Corrosividad.
- * Descomposición térmica.
- * Reactividad.

- * Compatibilidad.
- * Flamabilidad.
- * Polimerización.
- * Temperatura de ignición.
- * Temperatura de autoignición.
- * Oxidación.
- * Explosividad.
- * Degradabilidad.

Corrosividad:

Se considera que una sustancia es corrosiva cuando es capaz de descomponer a otras. En función de la liberación de hidrógeno, degrada químicamente a los materiales con los cuales entra en contacto. Se considera peligrosa una sustancia corrosiva si tiene la capacidad de penetrar el acero con una densidad de 1 cm en un periodo de 24 horas.

Para efectos de derrames de materiales peligrosos, es corrosiva cualquier sustancia que exhiba un pH menor de 2 o mayor de 12.

Reactividad:

Una sustancia reactiva es aquella que al entrar en contacto con aire o agua, o a causa de un movimiento, sufre cambios químicos y físicos que pueden estar acompañados por la liberación repentina de energía. Esta liberación puede ir desde la efervescencia hasta una explosión violenta.

Flamabilidad:

La flamabilidad de un material tiene que ver con su grado de susceptibilidad para arder, al aumentar su temperatura. Las sustancias más flamables son líquidos con punto de ignición por debajo de 60oCentígrados.

Temperatura de ignición:

Es la temperatura más baja en la cual un material emite vapores flamables en cantidad suficiente para incendiarse en presencia del aire, ante cualquier fuente de ignición.

Temperatura de autoignición:

Es la temperatura más baja en la cual un material flamable, al mezclarse con el aire, se incendia por sí sólo, sin la presencia de una flama o chispa. En una atmósfera enriquecida con oxígeno puede ocurrir que una mezcla flamable se incendie espontáneamente, a temperaturas más bajas que las normales.

Capacidad oxidante o comburente:

Se define así a la capacidad de liberar oxígeno para auxiliar en la combustión de materiales orgánicos y en la descomposición o degradación de materiales inorgánicos.

Explosividad:

Las sustancias explosivas son aquellas que de manera espontánea o por una reacción química pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que causen daño a los alrededores.

Límites de explosividad en el aire:

Los límites de explosividad son dos: el límite bajo (Lower Explosive Level) (LEL) y el superior (Upper Explosive Level) (UEL). El primero se refiere a la concentración mínima de vapores de una sustancia, mismos que pueden explotar si se calientan. Se expresa como porcentaje de vapor en el aire. El segundo se refiere a la concentración más alta, la cual, en presencia de calor, explotará. Se expresa como porcentaje de vapor en el aire.

Polimerización:

Consiste en una reacción química en la cual un gran número de moléculas relativamente simples se combinan para formar una gran cadena de moléculas. Una polimerización peligrosa será una reacción en la que se liberen grandes cantidades de energía.

Degradabilidad:

Las sustancias pueden ser degradadas de tres maneras: se les puede disminuir su actividad a través del tiempo, mediante procesos químicos (quimiodegradabilidad), tal como ocurre con los ácidos y las bases; por la acción de la luz (fotodegradabilidad), como sucede con las piretrinas y con el toxafén; o mediante la acción de microorganismos (biodegradabilidad), como es el caso de la celulosa, los peróxidos y algunos hidrocarburos.

3.3 Manejo.

Identificación de Residuos Peligrosos.

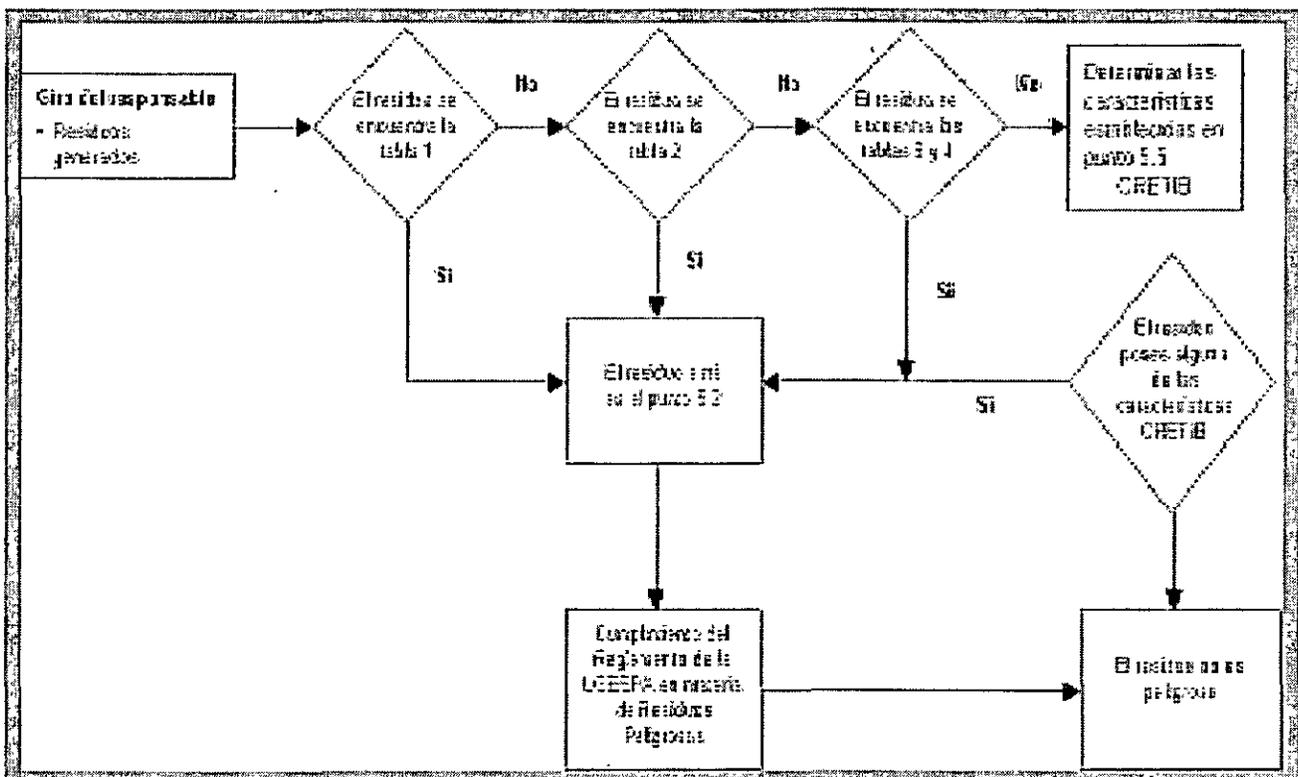
La Identificación de los residuos peligrosos en México, se hace con base en la NOM-052-SEMARNAT-1993.

Establece las características de los residuos peligrosos no importando su estado físico, el listado de los mismos, y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Los residuos peligrosos de acuerdo a la fuente generadora, se clasifican por giro industrial y por proceso.

Así como por fuente no específica, según las Tablas 1 (Anexo 2), 2 (Anexo 3) ó 3 y 4 (Anexo 4), de la citada norma.

Diagrama de la Identificación de Residuos Peligrosos.



Muestreo.

El objetivo específico del muestreo es que la toma de muestras sea lo más representativa posible. Esto dependerá de la naturaleza de los residuos como son suelo y agua que han sido contaminados con materiales o residuos peligrosos, ya que de no ser así cambiará su composición química, además de la pérdida de los componentes presentes, sus propiedades y características esenciales, lo cual puede ocurrir incluso por la adición de alguna sustancia inocua como el agua.

Las situaciones de muestreo varían ampliamente, ya sea por las características topográficas, edafológicas, por la composición geológica, condiciones climatológicas o por la disponibilidad de

materiales y equipos de muestreo. Por lo tanto, no puede decirse que exista un procedimiento universal de muestreo aplicable a todas las situaciones.

Equipo de Protección Personal.

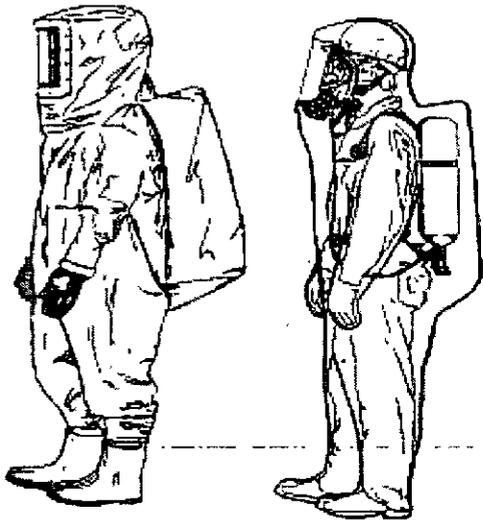
El equipo de protección personal es la barrera física que impide el contacto con las sustancias químicas. Los materiales del EPP dependerán del tipo y cantidad de las sustancias o residuos peligrosos se vayan a manejar. Este aspecto rara vez se contempla pero su correcta utilización disminuye en gran medida los efectos adversos de las sustancias y residuos peligrosos.

Se muestran a continuación los cuatro niveles de EPP.

Equipo de protección personal nivel D



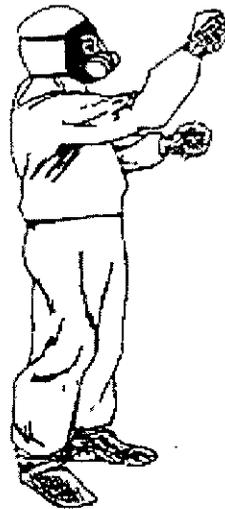
D : Este representa la mínima protección necesaria, se utiliza principalmente cuando se manejan pocas cantidades y sustancias poco riesgosas.

Nivel "A"

Criterio de selección: Este tipo de traje se utiliza cuando se presentan concentraciones de sustancias nocivas para la piel o que pueden ser absorbidas por ésta o que los trabajadores pueden ser salpicados por las sustancias. También se utiliza cuando se realizan operaciones en lugares cerrados, mal ventilados y que no cuentan con condiciones mínimas de seguridad.

Nivel "B"

Criterio de selección: Este tipo de traje se utiliza cuando se presentan concentraciones de sustancias nocivas para la salud por inhalación, pero no son nocivas para la piel o que puedan ser absorbidas por ésta. Las concentraciones de dichas sustancias son superiores a los límites de protección de los aparatos filtrantes.

Nivel "C"

Cartucho químico



Caja filtrante

Criterio de selección: Este traje se utiliza cuando se conoce la sustancia y las concentraciones presentes en el sitio, estas concentraciones pueden ser cuantificadas por la utilización de un equipo filtrante.

3.4 Almacenamiento y traslado.

Almacenamiento in situ de residuos peligrosos.

- ✓ El almacén deberá tener un área que tenga la capacidad suficiente para el almacenamiento de residuos peligrosos.
- ✓ Este local o bodega debe de ser construida con piso impermeable y compatible con los residuos almacenados.
- ✓ El área de almacenamiento debe de estar rodeada de una estructura de diversión formando así un depósito de retención (materiales impermeables y compatibles).
- ✓ Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- ✓ Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicas o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia;
- ✓ Deberá contener un dique de contención que tenga la capacidad de retener una quinta parte de la cantidad de residuos en el almacén para la captación de los residuos o de los lixiviados.
- ✓ Instalar una barda o muro de 2 metros de alto y de un dispositivo de seguridad para impedir el acceso al área de almacenamiento por alguna persona ajena al lugar.
- ✓ El agua de lluvia dentro de un almacén deberá tratarse de manera apropiada antes de ser evacuada al exterior del área de almacenamiento.
- ✓ Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- ✓ Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm² durante 15 minutos; y
- ✓ Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- ✓ No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- ✓ Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; y
- ✓ Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.

Las áreas abiertas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- ✓ No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5;
- ✓ Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- ✓ Contar con pararrayos; y
- ✓ Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.
- ✓ En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados;
- ✓ Esta prohibido almacenar residuos peligrosos incompatibles.
- ✓ No se deberá almacenar cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento.

4. Riesgo ambiental.

En términos generales, riesgo es la probabilidad de que ocurra algo con consecuencias negativas (EPA 2001). Los riesgos nos rodean en la vida diaria y existen a cierto nivel en todas las actividades que realizamos: corremos un riesgo al manejar un automóvil, al poner dinero en la bolsa de valores o al ingerir un medicamento.

Todas estas actividades pueden tener consecuencias negativas con diferente grado de severidad. Una definición completa de riesgo tiene que comprender el concepto de exposición a un peligro. La exposición a un peligro puede ser voluntaria: por ejemplo, el esquiar o saltar con un paracaídas son actividades peligrosas en las cuales se decide libremente correr el riesgo de llegar a sufrir un accidente. Pero también existe la exposición involuntaria a un peligro, como lo es, por ejemplo, la exposición a sustancias tóxicas presentes en el medio ambiente, en el aire que respiramos o en el agua y alimentos que ingerimos. Los efectos negativos de una exposición de este tipo dependerán de la toxicidad de la sustancia, de la dosis y del tiempo y frecuencia de la exposición.

En el campo de la salud y del medio ambiente, el riesgo se identifica como la probabilidad de que un individuo o una población presenten una mayor incidencia de efectos adversos por exposición a un peligro (EPA 2001).

El riesgo se expresa a menudo en términos cuantitativos de probabilidad: por ejemplo, el número de muertes adicionales por cáncer a lo largo de una vida en una población de un millón de individuos expuestos. Como ya se mencionó, existe un cierto riesgo en todas las actividades que realizamos por lo que es necesario poner en esa perspectiva los riesgos que enfrentamos por exposición a sustancias tóxicas. Como ejemplo trivial, se puede decir que la probabilidad de morir a lo largo de una vida es de 1 o del 100%. En el año 2000 hubo alrededor de 435,000 muertes en México, un país de 97.5 millones de habitantes. Sin tomar en cuenta las consideraciones de edad, se puede decir que, en promedio, el riesgo anual o probabilidad de que un mexicano muera es alrededor de 0.45% o 45 en 10,000 ($435,000/97,500,000 = 0.0045$).

Hay que notar que no hay una unidad asociada con el riesgo aunque a menudo se necesiten datos adicionales como si es un riesgo que enfrenta la población en general o sólo los individuos que realizan un cierto tipo de actividad.

Un riesgo de uno en 10,000 se expresa como un riesgo de 10^{-4} ; 1 en un millón, 10^{-6} , y así sucesivamente. Históricamente, riesgos menores a 10^{-6} se han considerado como no preocupantes (ACS 1998). Con frecuencia, resulta útil comparar la evaluación de riesgos con evaluaciones similares de situaciones comunes para que el ciudadano común pueda poner en perspectiva, según su propio juicio, la magnitud de un riesgo en términos relativos (comparado, por ejemplo, con algunas de sus otras actividades cotidianas).

En el cuadro 1 se presentan ejemplos de actividades o situaciones que llevan asociadas un riesgo de uno en un millón. Hay que recordar sin embargo que la propia naturaleza probabilística de estos valores significa que representan estimaciones o aproximaciones y que no pueden considerarse como valores absolutos.

Aspectos generales de un análisis de riesgos.

Para los propósitos de este manual, el concepto de análisis de riesgo se enfocará a los efectos potencialmente adversos para la salud o el ambiente causados por una sustancia química tóxica y la toma de decisiones correspondiente para la atención y manejo de dichos efectos. El proceso del análisis de riesgos involucra las siguientes etapas (ACS 1998):

- ✓ La evaluación del riesgo a la salud o al medio ambiente en términos cuantitativos.
- ✓ El análisis comparativo de los riesgos.
- ✓ El manejo de los riesgos.
- ✓ La comunicación de los riesgos.

La evaluación de riesgo.

La evaluación del riesgo es el uso de los datos y observaciones científicas para definir los efectos para la salud o los ecosistemas causados por la exposición a materiales o situaciones peligrosas (NAS 1983). Se tratan de contestar preguntas como: ¿Existe un riesgo por exposición a una sustancia química? ¿Qué se sabe de ese riesgo? ¿Quién puede verse más afectado por el riesgo?

Su evaluación consiste en la recolección de los datos usados para relacionar una respuesta a una dosis. Esos datos de dosis-respuesta pueden entonces ser combinados con estimaciones de la exposición probable de humanos u otros organismos para obtener una evaluación completa del riesgo. La evaluación del riesgo recoge información de una variedad de disciplinas como son la toxicología, la epidemiología y la ecología así como de la química, la física, las matemáticas, la ingeniería y las ciencias ambientales.

La evaluación de riesgos abarca un amplio rango de disciplinas y puede tener un alto grado de complejidad, dependiendo de su propósito final. Puede ir desde un simple análisis que incluya algunas proyecciones generales, hasta evaluaciones detalladas que pueden durar varios años.

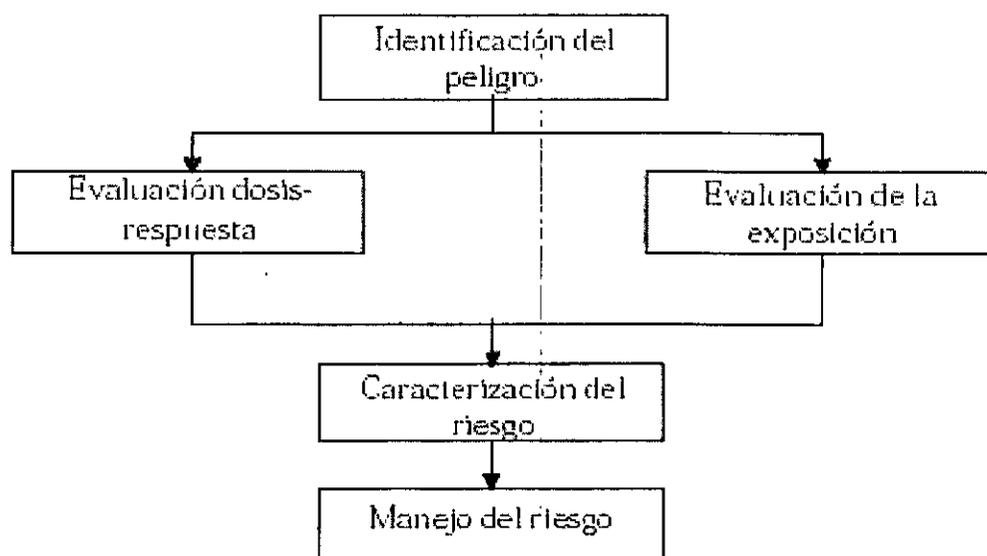
Los componentes básicos de una evaluación de riesgos, que se discutirán a detalle en los próximos capítulos, incluyen: la identificación del peligro, la evaluación de la exposición, la evaluación de dosis-respuesta, y la caracterización de riesgos (NAS 1983). Estos cuatro elementos se relacionan entre sí como se muestra en la figura 1.

CUADRO 1.1 ACTIVIDADES QUE AUMENTAN EL RIESGO
DE MORTALIDAD POR UNO EN UN MILLÓN

Actividad	Tipo de riesgo
Fumar 1.4 cigarrillos diariamente	Cáncer, enfermedades cardiovasculares
Vivir dos días en Nueva York o en Boston	Contaminación del aire
Viajar 450 km en coche	Accidente
Volar 1.600 km en un avión	Accidente
Viajar 15 km en bicicleta	Accidente
Vivir dos meses de verano en Denver (vs. nivel del mar)	Cáncer por radiación cósmica
Vivir dos meses con un fumador	Cáncer, enfermedades cardiovasculares
Comer 40 cucharadas de crema de cacahuete	Cáncer en el hígado por aflatoxinas
Comer 100 pedazos de carne asados al carbón	Cáncer por benzopireno
Vivir 50 años a 10 kilómetros de un reactor nuclear	Accidente que libere radiaciones

Fuente: Wilson 1987.

FIGURA 1. EVALUACIÓN DE RIESGOS



Fuente: NAS 1983.

Dependiendo del contaminante que se esté analizando, los impactos por exposición al mismo se pueden jerarquizar por su importancia, desde impactos ecológicos como la afectación negativa de ecosistemas y la pérdida de hábitat, hasta efectos adversos a la salud como un incremento en la morbilidad, daño reproductivo o neurológico y el desarrollo de algún cáncer.

La evaluación de riesgos es considerada por muchos como un campo controversial de la ciencia. Los científicos se quejan a menudo de la dificultad de condensar enormes cantidades de datos con grandes incertidumbres, muchas veces conflictivos y hasta ambiguos, que son con frecuencia el resultado de extrapolaciones a niveles muy por debajo de los niveles que pueden ser realmente medidos, hasta llegar a una o dos cifras que caractericen a un riesgo.

La controversia es aún más fuerte cuando ese resultado tiene que ponerse en perspectiva y alguna autoridad de salud o ambiental debe tomar decisiones con base en la cifra obtenida.

Sin embargo, la evaluación de un riesgo es considerada por los expertos como un instrumento de mucho valor para asegurarse que la toma de decisiones esté basada en la mejor ciencia disponible, y para ayudar a que los recursos económicos y humanos sean dirigidos hacia la atención de los peligros más significativos, aplicando programas y acciones de reducción de riesgos que sean costo efectivos.

El análisis comparativo de riesgos.

El análisis comparativo de riesgos proporciona un método sistemático para abordar los problemas ambientales que pueden causar diferentes tipos y grados de riesgos a la salud. Este análisis combina información sobre la peligrosidad de los contaminantes, los niveles de exposición y las características poblacionales para predecir qué efectos a la salud pueden causar. Se pueden realizar análisis comparativos de riesgos rápidos y económicos utilizando datos de fuentes disponibles para identificar los problemas de salud más significativos.

De esta manera, los resultados del análisis comparativo pueden utilizarse para establecer prioridades en el manejo ambiental, tomando también en cuenta consideraciones como los costos, la factibilidad técnica, y otros factores.

El propósito de este tipo de análisis es identificar los riesgos a la salud más significativos desde el punto de vista de la gente afectada.

Es un instrumento importante para ayudar a priorizar las soluciones a los problemas de salud distinguiendo un riesgo real de una posible exposición. Su fortaleza está en la habilidad de comparar y evaluar los efectos de varios contaminantes o peligros.

El análisis comparativo de riesgos puede ser utilizado, en naciones desarrolladas, para establecer las prioridades en materia ambiental, para orientar la legislación, y escoger entre diferentes enfoques regulatorios. En países en desarrollo y economías en transición, el análisis comparativo de riesgos puede ayudar a que los recursos, muchas veces limitados, se empleen de manera eficiente (World Bank 1998).

El manejo del riesgo.

El manejo de riesgo es el proceso que permite evaluar diferentes políticas alternativas y seleccionar la acción reguladora más apropiada integrando los resultados obtenidos de la evaluación de riesgo, tomando en cuenta los aspectos sociales, económicos y políticos inherentes a la toma de decisiones (NAS 1983).

El manejo del riesgo trata de contestar preguntas como ¿debe preocuparnos este riesgo? Si éste es el caso ¿qué debe de hacerse al respecto?

En síntesis, el manejo del riesgo es un proceso que consiste en la toma de decisiones para la asignación de recursos de una forma que se optimice la protección de la salud y del medio ambiente. Es evidente que para este tipo de decisiones es necesario considerar, además de los criterios de salud y ambientales, los aspectos sociales, económicos y políticos más relevantes.

La comunicación de riesgos.

A partir de los años 80 se ha realizado mucha investigación en el campo de la comunicación sobre temas de medio ambiente. Fue en ese momento también que la comunicación de riesgos se formó como un elemento distinto del análisis de riesgos para explicar cómo el público percibe y procesa los riesgos e identificar maneras de mejorar la transferencia de información entre los expertos en riesgos y el público.

La respuesta del público a los riesgos es compleja, multidimensional y diversa, porque «el público» es, en realidad, muchos públicos con diferentes valores e intereses.

Los problemas inherentes a la comunicación y la educación son un verdadero reto y todavía queda mucho por realizar en el área de la educación y la comunicación de riesgos. El proceso del análisis de riesgos debe ser un proceso abierto a una mayor participación y escrutinio de los públicos afectados.

Esto implica la necesidad de incrementar la capacidad y habilidad del público para entender la información sobre el riesgo y aumentar la habilidad de los tomadores de decisiones para entender cómo el público percibe el riesgo.

Recomendaciones.

- Identificar si existe un peligro y si es necesario desarrollar medidas para proteger la salud o el ambiente de tal peligro.
- Conocer los posibles efectos dañinos asociados con el peligro detectado; tener conocimiento de lo que se quiere proteger (la salud, el ambiente o ambos) y de cuáles son las poblaciones, grupos y recursos naturales más sensibles a sus efectos.
- Calcular el riesgo, es decir, la probabilidad de que la existencia del peligro ocasione daños a la salud o al ambiente.

La distinción entre peligro y riesgo es sumamente importante. Un peligro está directamente relacionado con las propiedades del residuo peligroso, ya sea físico-químicas o toxicológicas.

En el primer caso, si se trata de una sustancia química o de una mezcla de varias sustancias

En el segundo, de tipo infeccioso, si se trata de residuos biológicos.

El riesgo depende del grado de daño que podría ocasionar el residuo peligroso, en función de la exposición humana a él, de su difusión en el ambiente o de la magnitud de los siniestros que pueda ocasionar.

Al evaluar un peligro se pretende cuantificar la potencia (corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica, inflamable e infecciosa) de los residuos; en tanto que al evaluar sus riesgos se intenta calcular o estimar la magnitud de sus impactos (número de individuos posiblemente afectados o dimensión del área que puede ser dañada).

Como no existe un grado de riesgo cero --en la naturaleza nos enfrentamos cotidianamente con diversos riesgos-- y como disminuir todo tipo de riesgos es una acción que involucra costos y recursos, para establecer una norma se hace necesario definir el grado de riesgo aceptable.

Así por ejemplo, si se quiere establecer una normatividad respecto de las emisiones de un incinerador de residuos peligrosos, la situación es diferente si lo que se quiere hacer es evitar que ocurran muertes como resultado de la exposición a tales emisiones, que si se desea evitar molestias ocasionadas por olores desagradables.

En el primer caso, a pesar de que la probabilidad de que se produzcan defunciones es remota, el riesgo aceptable es bajo; en el segundo, es posible que este tipo de riesgo sea muy superior.

En el ejemplo citado se percibe otra característica de las normas ambientales, ocupacionales y de salud pública; el que pueden referirse a aspectos cuantificables o solamente cualitativos.

En el caso de daños cuantificables (como número de muertes o individuos enfermos) el establecimiento de las normas --es decir, de límites aceptables-- es más fácil.

No ocurre lo mismo en el caso de aspectos subjetivos, como las molestias provocadas por olores, en los cuales los individuos difieren en su capacidad de percibirlos y tolerarlos; las sociedades también pueden diferir en la atención que desean prestar a tales problemas.

El establecimiento de este tipo de normas conlleva elementos políticos y éticos, los cuales conducen a definir riesgos aceptables de diferente magnitud por parte de distintas sociedades.

Se considera que existe una relación directa entre seguridad y riesgo, y que un alto grado de seguridad es, por tanto, sinónimo de un bajo grado de riesgo.

Se admite también que existe una relación directa entre el grado de seguridad que se busca alcanzar y los costos y requerimientos tecnológicos para lograrlo. De ahí que se apliquen análisis costo-beneficio para determinar las normas y que se busque definir previamente el riesgo socialmente aceptable.

De lo anterior se desprende que al elaborar normas de seguridad sobre los residuos peligrosos es preciso tener al alcance información relativa a las propiedades de las sustancias que los conforman y conocer las condiciones posibles de exposición que puedan generar un riesgo inaceptable.

Las normas y controles son particularmente necesarios en el caso de que exista una amenaza seria para la salud la seguridad o el ambiente.

4.1 Definiciones.

Las definiciones se encuentran desarrolladas a lo largo de todo este documento, e incluyen los conceptos de reconocimiento de las sustancias y residuos peligrosos, estructura, conceptos de estructura y marco legal.

4.2 Generación de gases tóxicos.

4.3 Fuego y Explosión.

Definición de elementos que participan para que exista fuego.

¿Qué es el fuego?

El fuego según indica un viejo adagio, es un buen servidor pero un mal amo, la prudencia que contienen estas palabras demuestran demasiado, frecuentemente en los informes de los incendios que se traducen en pérdidas de vidas o en daños a las propiedades. El fuego, el mal amo, es un riesgo constante en el trabajo, como en el hogar, y en nuestras actividades de ocio.

El fuego es consecuencia del calor y la luz que se producen durante las reacciones químicas, denominadas estas de combustión. En la mayoría de los fuegos, la reacción de combustión se basa en el oxígeno del aire, al reaccionar este con un material inflamable, tal como la madera, la ropa, el papel, el petróleo, o los solventes, los cuales entran en la clasificación química general de compuestos orgánicos; Por ejemplo los compuestos de carbono.

Una reacción de combustión muy simple es la que ocurre entre el gas metano, CH_4 , y el oxígeno, para dar bióxido de carbono, CO_2 y agua.

Lo anterior es una reacción completa y muestra que una molécula (unidad) de metano, requiere de dos moléculas (unidades) de oxígeno para dar una combustión completa, si la reacción se realiza sin el oxígeno suficiente, se dice que es incompleta. La combustión incompleta de compuestos orgánicos producirá monóxido de carbono y partículas de carbono, las que con pequeños fragmentos de material no quemado, causan humo. La formación de bióxido de carbono en la atmósfera hará más difícil la respiración.

La mayoría de las personas que mueren en incendios, mueren a consecuencia del efecto tóxico del humo y de los gases calientes, y no como consecuencia directa de las quemaduras.

La combustión de la gasolina en el motor de un automóvil constituye un buen ejemplo de una reacción de combustión incompleta, el monóxido de carbono, el bióxido de carbono, el agua y el humo, todos son emitidos por el tubo de escape, depositándose una buena cantidad de carbono u hollín. Para lograr que la mezcla de aire y gasolina se "enciendan" se debe contar con una bujía eficaz como fuente de ignición.

La combinación de combustible, oxígeno y calor, suministran los tres componentes de la reacción de combustión que puede dar origen al fuego.

Triangulo del Fuego.

Los tres elementos del fuego pueden representarse mediante el triángulo que se muestran a continuación.



Si el triángulo esta incompleto no podrá producirse "fuego". La base sobre lo que se apoya la prevención del fuego y la lucha contra el mismo consiste en romper el triángulo del fuego.

En general la reacción de combustión, reside en el oxígeno del aire para que este apoye la combustión, pero esta no es la única fuente de oxígeno, en su estructura para quemarse sin que el aire ayude, solamente requiere calor. Como ejemplos bien conocidos de tales materiales están, el celuloide, los explosivos denominados nitroglicerina y nitrocelulosa, la cordita y el nitrato de amoniaco. Los combustibles o materiales inflamables no reaccionan siempre con el oxígeno, para incendiarse; el cloro constituye un ejemplo de otro gas que puede contribuir a la combustión, a semejanza del oxígeno, puede reaccionar con el hidrógeno, y los compuestos orgánicos, por ejemplo la trementina.

Los accidentes con frecuencia los ocasiona lo inesperado, y el nitrógeno, como riesgo de incendio, puede sonar extraño, pero el caso es que puede arder con materiales reactivos y sus aleaciones, por ejemplo el magnesio.

La posibilidad de que un material se queme depende de sus propiedades físicas, a la vez que de sus propiedades químicas, por regla general los materiales son inflamables solamente en estado de vapor, son pocos los sólidos o los líquidos que arden directamente. La formación de vapor procedente de sólidos o líquidos se controlan fácilmente mediante su temperatura. En la prevención de fuegos, el conocimiento de la capacidad de un material para formar vapores y de la temperatura requerida para que dichos vapores se inflamen, es muy importante, sin calor o sin una fuente de ignición, el material inflamable puede utilizarse normalmente con plena seguridad en cuestión de su riesgo de incendio.

Una observación de la facilidad con que el vapor arde brinda también un sistema para reducir el peligro de fuego correspondiente a las distintas sustancias.

Combustible.

Este puede ser cualquier material combustible, ya sea sólido, líquido o gas. La mayoría de los sólidos y líquidos se convierten en vapores o gases antes de entrar en combustión.

Oxígeno.

El aire que respiramos esta compuesto de 21% de oxígeno. El fuego requiere una atmósfera de por lo menos 16% de oxígeno. El oxígeno es un carburante, es decir activa la combustión.

El Calor.

Es la energía requerida para elevar la temperatura del combustible hasta el punto en que se despiden suficientes vapores que permiten que ocurra la ignición.

Reacción Química.

Una reacción en cadena puede ocurrir cuando los otros tres elementos están presentes en las condiciones y proporciones apropiadas. El fuego ocurre cuando se lleva a cabo esta rápida oxidación o incendio.

Se le considera como incendio a todo tipo de fuego no controlado cause o no daños directos.

Clasificación de los Fuegos. Tipos de Fuegos.

TIPOS DE EXTINTORES

- ⊕ * **TIPO A**..... 
- ⊕ -madera,papel,trapo,e.t.c
- ⊕ * **TIPO B**..... 
- ⊕ -GLP,Gasolina,Pinturas, Thiner
- ⊕ * **TIPO C**..... 
- ⊕ -Equipos electricos conectados.
- ⊕ * **TIPO D**..... 
- ⊕ -Metales combustibles.

Clase "A"

Son los fuegos que involucran a los materiales orgánicos sólidos, en los que pueden formarse, brasas, por ejemplo, la madera, el papel, la goma, los plásticos y los tejidos.

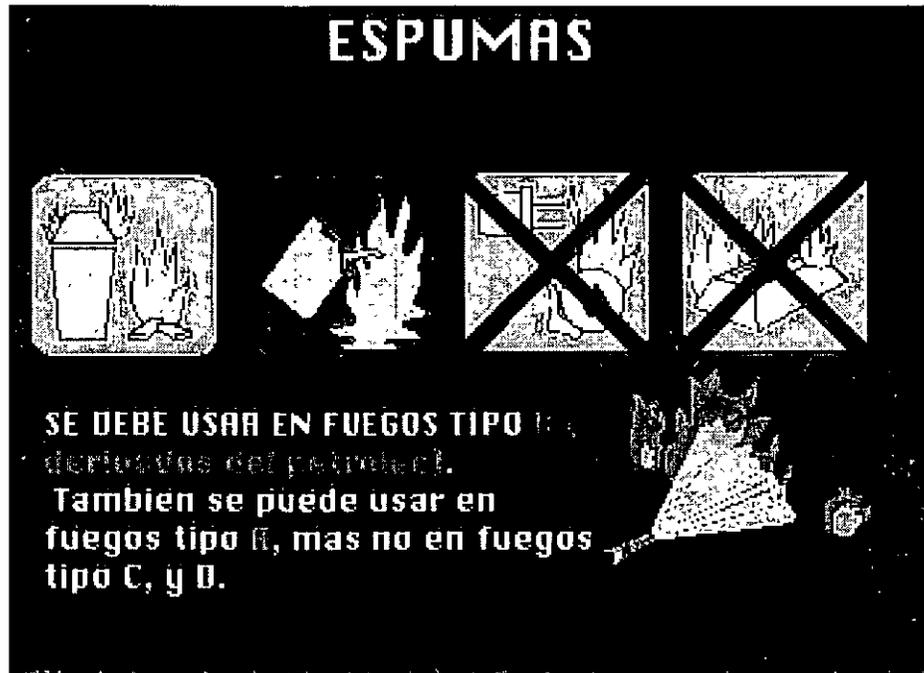
AGUA PRESURIZADA



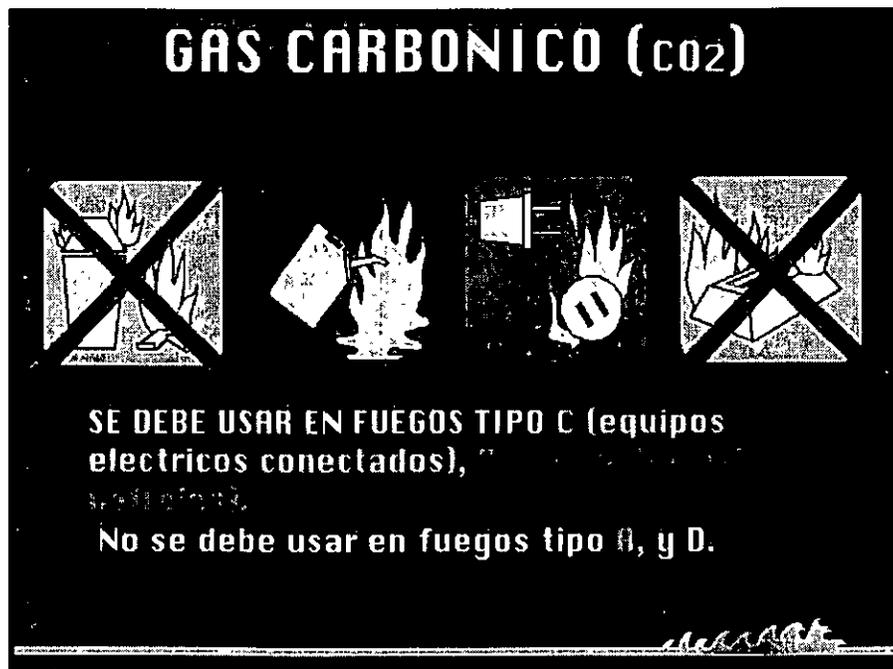
PARA EXTINGUIR FUEGOS DE TIPO A,(madera, papel, trapos etc).
No se debe usar en fuegos de tipo B, C o D.

Clase "B"

Son los fuegos que involucran a líquidos y sólidos fácilmente fundibles, por ejemplo, el etano, metano, la gasolina, parafina y la cera de parafina.

**Clase "C"**

Son los fuegos que involucran a los equipos eléctricos energizados, tales como los electrodomésticos, los interruptores, cajas de fusibles y las herramientas eléctricas.



Clase "D"

Involucran a ciertos metales combustibles, tales como el magnesio, el titanio, el potasio y el sodio. Estos metales arden a altas temperaturas y exhalan suficiente oxígeno como para mantener la combustión, pueden reaccionar violentamente con el agua u otros químicos, y deben ser manejados con cautela.

El Calor

La energía necesaria para que el combustible vaporice y el fuego se inicie y mantenga se denomina "Calor".

El calor necesario para iniciar un Fuego, generalmente viene de una fuente externa que vaporiza el material combustible y sube la temperatura de los gases hasta su punto de inflamación. Después, el mismo calor que desprende el combustible que va ardiendo, basta para vaporizar e inflamar más combustible.

Existen diversas fuentes de calor y varían desde las muy evidentes hasta las insospechadas.

- Fuentes de Calor
- Flamas Abiertas
- Cigarros, Cerillos y el Fumar
- Instalaciones Eléctricas y Aparatos Eléctricos
- Instalaciones Eléctricas Provisionales
- Instalaciones Fijas
- Tipos de Chispas
- Chispas Eléctricas
- Chispas Mecánicas
- Líquidos Inflamables

Como evitar que comience el Fuego.**Eliminación del Combustible.**

El amplio uso de materiales inflamables es lo que hace imposible la eliminación de combustibles, que entra en la clasificación del Triángulo del Fuego.

El riesgo de un fuego serio puede reducirse manteniendo en un mínimo las cantidades de materiales inflamables. En el laboratorio o taller, en muchos casos es suficiente contar con botellas de 0.5 litros de solvente. Este límite resulta fundamental en el caso de que se utilicen muchos solventes diferentes.

La basura es una fuente de combustible que puede ser eliminada; es muy frecuente que el papel de desperdicio, los paños, el plástico o la madera, hayan suministrado el combustible con que se han iniciado grandes incendios. Esta forma de prevención de prevención del fuego deberá quedar incluida en los programas de limpieza

Recomendaciones.

- Mantener las áreas de trabajo y almacenaje libres de basura.
- Coloque los traps grasosos en contenedores cubiertos.
- Eliminación del oxígeno.

Esto puede realizarse únicamente en circunstancias muy especiales. El aire (oxígeno), puede ser eliminado de las tuberías o del espacio situado sobre líquidos inflamables, en los tanques de almacenamiento, utilizando Nitrógeno, Bióxido de Carbono, o Argón.

Esto vuelve al espacio inerte. Por regla general debe aceptarse que el oxígeno del aire esta disponible libremente es cualquier situación donde haya fuego.

Líquidos y Gases Inflamables.

- No les suministre combustible a equipos que se encuentren en un espacio cerrado, especialmente si hay una llama abierta de un horno o de un calentador de agua.
- No le suministre combustible a los equipos que todavía estén calientes.
- Mantenga los líquidos inflamables almacenados en envases herméticos y a prueba de goteos. Vierta únicamente la cantidad que necesite de los tanques.
- Almacene los líquidos inflamables lejos de las fuentes de chispas.
- Utilice líquidos inflamables únicamente en las áreas bien ventiladas.

Eliminación del Calor y las Fuentes de Ignición.

La eliminación del elemento Calor en el triángulo del fuego es, desde luego, el aspecto más importante en la prevención de fuegos, ya que el combustible y el oxígeno están siempre a mano y listos para ser encendidos.

Los riesgos de las chispas eléctricas se reducen utilizando accesorios y equipos a prueba de fuegos, y la electricidad estática puede descargarse con toda seguridad, conectando a tierra la maquinaria, o mediante el uso de calzado antiestático por parte del personal, pueden reservarse zonas para el empleo de sustancias ampliamente inflamables, en las cuales no se permitirá fumar, el empleo de llamas abiertas, o el uso de superficies con elevada temperatura, por ejemplo las placas calientes.

Es importante que las reglas aplicables a dichas zonas se mantengan, no solo por el riesgo de fuegos, si no a causa de la responsabilidad legal del técnico, debido a que puede iniciarse una acción legal en su contra, tanto si se produce o no el incendio.

Las botellas de cristal no deberán almacenarse donde se concentren los rayos del sol. Se deberá evitar la eliminación descuidada de los cerillos encendidos, los cigarros o las cenizas de la pipa en las zonas donde se permite fumar.

Si no se cuenta con ceniceros, el técnico deberá encontrar algún método que resulte adecuado para tal fin.

Equipos Eléctricos.

En los equipos eléctricos, identificar los cables viejos, los aislamientos desgastados y las piezas eléctricas rotas. Reporte toda condición peligrosa a su superior.

Evite el recalentamiento de los motores manteniéndolos limpios y en buen estado. Una chispa proveniente de un motor en mal estado puede encender el aceite y el polo que se encuentra en el motor.

Las luces auxiliares siempre deben tener algún tipo de protección. El calor producido por las luces descubiertas, pueden encender combustibles ordinarias fácilmente.

Nunca instale un fusible con un amperaje mayor al que ha sido especificado para el circuito en cuestión.

Inspeccione cualquier herramienta o equipo eléctrico que tenga un olor extraño. Ciertos olores inusuales pueden ser la primera señal de que hay un fuego.

No sobrecargue los interruptores de pared. Dos enchufes no deben tener más de dos aparatos conectados.



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNAM**

MANEJO DE RESIDUOS TÓXICOS.

Módulo III: Legislación ambiental.

Duración del Módulo: 20 Horas.

1. FUNDAMENTO LEGAL.
2. ÁMBITO DE COMPETENCIA DE LA SEMARNAT.

Periodo total de impartición del Módulo:
Del 05 al 09 de Junio de 2006.

Nombre del Capacitador:
Ing. Fernando S. Gómez Martínez

Marco Legal**1. Fundamento Legal.****1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.**

Artículo 4.

Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución.

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.
Artículo 25.

Asimismo podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.

Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el **medio ambiente**.

Artículo 122.

j) Legislar en materia de planeación del desarrollo; en desarrollo urbano, particularmente en uso del suelo; preservación del medio ambiente y protección ecológica; vivienda; construcciones y edificaciones; vías públicas, tránsito y estacionamientos; adquisiciones y obra pública; y sobre explotación, uso y aprovechamiento de los bienes del patrimonio del Distrito Federal.

1.2 Ley General de Equilibrio Ecológico.

Artículo 3. Para los efectos de esta ley se entiende por:

XXII.- Material peligroso: elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas;

XXXII.- Residuos peligrosos: todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;

Artículo 5.

VI.- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias;

Artículo 6.

VI.- La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente ley;

Los demás aspectos relacionados con las sustancias y residuos peligrosos se encuentran contenidos en los artículos siguientes.

Artículo 7 Fracción VI

Artículo 8 Fracción IV

Artículo 11 Fracción II

Artículo 28 Fracción IV

Artículo 109 Bis

Artículo 111 Bis

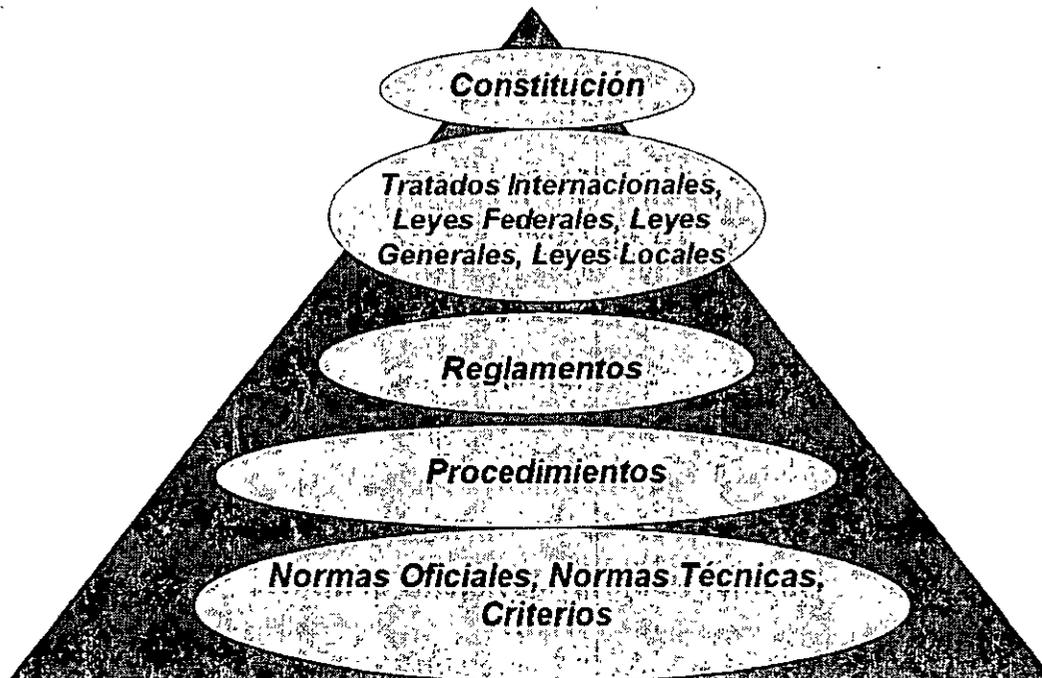
Artículos 120, y del 134, al 143.

Artículos del 150 al 153.

Artículo 170.

1.3 Otros instrumentos jurídicos.

Esquema Normativo Pirámide Jurídica de Kelsen



2. **Ámbito de competencia de la SEMARNAT.**

2.1 **Del manejo de los desechos peligrosos.**

¿Qué es la SEMARNAT?

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la dependencia de gobierno que tiene como propósito fundamental "fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable" (Ley Orgánica de la Administración Pública, Artículo 32 bis reformada en el DOF del 25 de febrero de 2003).

¿Cuál es la VISIÓN de la Secretaría?

Un país en el que todos abriguen una profunda y sincera preocupación por proteger y conservar el medio ambiente y utilizar sustentablemente los recursos naturales conciliando desarrollo económico, convivencia armónica con la naturaleza y diversidad cultural.

¿Cuál es la MISIÓN de la Secretaría?

Incorporar en todos los ámbitos de la sociedad y de la función pública, criterios e instrumentos que aseguren la óptima protección, conservación y aprovechamiento de nuestros recursos naturales, conformando así una política ambiental integral e incluyente dentro del marco del desarrollo sustentable.

Objetivos generales.

Promover el desarrollo sustentable, así como conducir y evaluar la política ambiental y de recursos naturales, con la participación de la sociedad.

Promover la recuperación, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales y servicios ambientales.

Conservar los ecosistemas más representativos del país y su biodiversidad, especialmente las especies sujetas a alguna categoría de protección, con la participación corresponsable de todos los sectores sociales.

Detener y revertir la pérdida de capital natural así como la contaminación de los sistemas que sostienen la vida (agua, aire y suelos), con la participación corresponsable de la sociedad.

Procurar y fomentar el cumplimiento de la legislación ambiental y de recursos naturales mediante instrumentos de inspección y vigilancia, promoción de la participación voluntaria y una justicia pronta y expedita.

Administrar de forma eficaz y eficiente los recursos humanos, materiales, financieros e informáticos asignados a la Secretaría.

Administrar y preservar las aguas nacionales con la participación de la sociedad para lograr el uso sustentable de este recurso.

Actividades sustantivas.

- Formular, instrumentar, evaluar y difundir políticas y lineamientos para la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en un marco de integralidad, transversalidad, transparencia y mejora institucional.
- Promover la restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
- Conservar los ecosistemas y su biodiversidad.
- Fomentar y regular la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- Promover y vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental y de los recursos naturales.
- Administrar racionalmente los recursos asignados al sector en un marco de mejora institucional.

2.2 Responsabilidad.**FUNCIONES DE LA SECRETARÍA**

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) fue creada por iniciativa del Presidente de la República, Doctor Ernesto Zedillo Ponce de León, el pasado 30 de noviembre del año 2000. Con la aprobación del Congreso de la Unión, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el DECRETO por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, de la Ley Federal de Radio y Televisión, de la Ley General que establece las Bases de Coordinación del Sistema Nacional de Seguridad Pública, de la Ley de la Policía Federal Preventiva y de la Ley de Pesca. En particular, el Artículo 32 Bis, establece las atribuciones de esta dependencia, a quien corresponde el despacho de los siguientes asuntos:

I Fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable;

II Formular y conducir la política nacional en materia de recursos naturales, siempre que no estén encomendados expresamente a otra dependencia; así como en materia de ecología, saneamiento ambiental, agua, regulación ambiental del desarrollo urbano y de la actividad pesquera, con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades;

III Administrar y regular el uso y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que corresponden a la Federación, con excepción del petróleo y todos los carburos de hidrógenos líquidos, sólidos y gaseosos, así como minerales radioactivos;

IV Establecer, con la participación que corresponda a otras dependencias y a las autoridades estatales y municipales, Normas Oficiales Mexicanas sobre la preservación y restauración de la calidad del medio ambiente; sobre los ecosistemas naturales; sobre el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática; sobre descargas de aguas residuales y en materia minera; sobre materiales peligrosos y residuos sólidos peligrosos;

V. Vigilar y estimular, en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, el cumplimiento de las leyes, Normas Oficiales Mexicanas y programas relacionados con recursos naturales, medio ambiente, aguas, bosques, flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, y pesca; y demás materias competencia de la Secretaría, así como, en su caso, imponer las sanciones procedentes;

VI. Proponer al Ejecutivo Federal el establecimiento de Areas Naturales Protegidas, y promover, para su administración y vigilancia, la participación de autoridades federales o locales, y de universidades, centros de investigación y particulares;

- VII. Organizar y administrar Áreas Naturales Protegidas, y supervisar las labores de conservación, protección y vigilancia de dichas áreas cuando su administración recaiga en los gobiernos estatales y municipales o en personas físicas o morales;
- VIII. Ejercer la posesión y propiedad de la Nación en las playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y en los terrenos ganados al mar;
- IX. Intervenir en foros internacionales respecto de las materias competencia de la Secretaría, con la participación que corresponda a la Secretaría de Relaciones Exteriores, y proponer a ésta la celebración de tratados y acuerdos internacionales en tales materias;
- X. Promover el ordenamiento ecológico del territorio nacional, en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, y con la participación de los particulares;
- XI. Evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten los sectores público, social y privado; resolver sobre los estudios de riesgo ambiental, así como sobre los programas para la prevención de accidentes con incidencia ecológica;
- XII. Elaborar, promover y difundir las tecnologías y formas de uso requeridas para el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sobre la calidad ambiental de los procesos productivos, de los servicios y del transporte;
- XIII. Fomentar y realizar programas de reforestación y restauración ecológica, con la cooperación de las autoridades federales, estatales y municipales, en coordinación, en su caso, con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación;
- XIV. Evaluar la calidad del ambiente y establecer y promover el Sistema de Información Ambiental, que incluirá los sistemas de monitoreo atmosférico, de suelo y de cuerpos de agua de jurisdicción federal, y los inventarios de recursos naturales y de población de fauna silvestre, con la cooperación de las autoridades estatales y municipales, las instituciones de investigación y educación superior, y las dependencias y entidades que correspondan;
- XV. Desarrollar y promover metodologías y procedimientos de valuación económica del capital natural y de los bienes y servicios ambientales que éste presta, y cooperar con dependencias y entidades para desarrollar un Sistema Integrado de Contabilidad Ambiental y Económica;
- XVI. Conducir las políticas nacionales sobre cambio climático y sobre protección de la capa de ozono;
- XVII. Promover la participación social y de la comunidad científica en la formulación, aplicación y vigilancia de la política ambiental, y concertar acciones e inversiones con los sectores social y privado para la protección y restauración del ambiente;
- XVIII. Realizar el censo de predios forestales y silvopastoriles y de sus productos; levantar, organizar y manejar la cartografía y estadística forestal, así como llevar el registro y cuidar la conservación de los árboles históricos y notables del país;
- XIX. Proponer, y en su caso resolver sobre el establecimiento y levantamiento de vedas forestales, de caza y pesca, de conformidad con la legislación aplicable; y establecer el calendario cinegético y el de aves canoras y de ornato.
- XX. Imponer las restricciones que establezcan las disposiciones aplicables sobre la circulación o tránsito por el territorio nacional de especies de la flora y fauna silvestres procedentes del o destinadas al extranjero, y promover ante la Secretaría de Economía el establecimiento de medidas de regulación o restricción a su importación o exportación, cuando se requiera para su conservación y aprovechamiento;

XX. Imponer las restricciones que establezcan las disposiciones aplicables sobre la circulación o tránsito por el territorio nacional de especies de la flora y fauna silvestres procedentes del o destinadas al extranjero, y promover ante la Secretaría de Economía el establecimiento de medidas de regulación o restricción a su importación o exportación, cuando se requiera para su conservación y aprovechamiento;

XXI. Dirigir los estudios, trabajos y servicios meteorológicos, climatológicos, hidrológicos y geohidrológicos, así como el Sistema Meteorológico Nacional, y participar en los convenios internacionales sobre la materia;

XXII. Coordinar, concertar y ejecutar proyectos de formación, capacitación y actualización para mejorar la capacidad de gestión ambiental y el uso sustentable de recursos naturales; estimular que las instituciones de educación superior y los centros de investigación realicen programas de formación de especialistas, proporcionen conocimientos ambientales e impulsen la investigación científica y tecnológica en la materia; promover que los organismos de promoción de la cultura y los medios de comunicación social contribuyan a la formación de actitudes y valores de protección ambiental y de conservación de nuestro patrimonio natural; y en coordinación con la Secretaría de Educación Pública, fortalecer los contenidos ambientales de planes y programas de estudios y los materiales de enseñanza de los diversos niveles y modalidades de educación;

XXIII. Organizar, dirigir y reglamentar los trabajos de hidrología en cuencas, cauces y álveos de aguas nacionales, tanto superficiales como subterráneos, conforme a la ley de la materia;

XXIV. Administrar, controlar y reglamentar el aprovechamiento de las cuencas hidráulicas, vasos, manantiales y aguas de propiedad nacional, y de las zonas federales correspondientes, con exclusión de lo que se atribuya expresamente a otra dependencia; establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares que deban satisfacer las descargas de aguas residuales, cuando sean de jurisdicción federal; autorizar, en su caso, el vertimiento de aguas residuales en el mar, en coordinación con la Secretaría de Marina, cuando provengan de fuentes móviles o plataformas fijas; en cuencas, cauces y demás depósitos de aguas de propiedad nacional; y promover y, en su caso, ejecutar y operar la infraestructura y los servicios necesarios para el mejoramiento de la calidad del agua en las cuencas;

XXV. Estudiar, proyectar, construir y conservar, con la participación que corresponda a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, las obras de riego, desecación, drenaje, defensa y mejoramiento de terrenos y las de pequeña irrigación, de acuerdo con los programas formulados y que compete realizar al Gobierno Federal, por sí o en cooperación con las autoridades estatales y municipales o de particulares;

XXVI. Regular y vigilar la conservación de las corrientes, lagos y lagunas de jurisdicción federal, en la protección de cuencas alimentadoras y las obras de corrección torrencial;

XXVII. Manejar el sistema hidrológico del Vallé de México;

XXVIII. Controlar los ríos y demás corrientes y ejecutar las obras de defensa contra inundaciones;

XXIX. Organizar y manejar la explotación de los sistemas nacionales de riego, con la intervención de los usuarios, en los términos que lo determinen las leyes, en coordinación, en su caso, con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación;

XXX. Ejecutar las obras hidráulicas que deriven de tratados internacionales;

XXXI. Intervenir, en su caso, en la dotación de agua a los centros de población e industrias; fomentar y apoyar técnicamente el desarrollo de los sistemas de agua potable, drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales que realicen las autoridades locales; así como programar, proyectar,

construir, administrar, operar y conservar por sí, o mediante el otorgamiento de la asignación o concesión que en su caso se requiera, o en los términos del convenio que se celebre, las obras y servicios de captación, potabilización, tratamiento de aguas residuales, conducción y suministro de aguas de jurisdicción

XXXV. Participar con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en la determinación de los criterios generales para el establecimiento de los estímulos fiscales y financieros necesarios para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente;

XXXIX. Otorgar contratos, concesiones, licencias, permisos, autorizaciones, asignaciones, y reconocer derechos, según corresponda, en materia de aguas, forestal, ecológica, explotación de la flora y fauna silvestres, y sobre playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar;

XL. Diseñar y operar, con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades, la adopción de instrumentos económicos para la protección, restauración y conservación del medio ambiente; y

XLI. Las demás que le atribuyan expresamente las leyes y reglamentos.

2.3 Visión de la Sociedad civil.

La visión de la sociedad civil está ligada al fundamento del cumplimiento y del conocimiento de la estructura jurídica, de esta forma se aunará el concepto de Protección Civil al marco jurídico para garantizar a la población los elementos mínimos de protección de acuerdo a:

LEY DE PROTECCIÓN CIVIL PARA EL DISTRITO FEDERAL

(Publicado en la **Gaceta Oficial del Distrito Federal** el 23 de julio de 2002)

Se presentan a continuación los títulos y artículos que brindan los fundamentos básicos de estos aspectos.

Título Primero.

Disposiciones Generales.

Capítulo Único.

Normas Preliminares.

Artículo 1º.- Las disposiciones de la presente Ley, son de orden público y de interés general y tienen por objeto establecer en el Distrito Federal:

V.- Las bases para promover y garantizar la participación social en protección civil y en la elaboración, ejecución y evaluación de los programas en la materia, para que las acciones de los particulares contribuyan a alcanzar los objetivos y prioridades establecidos por dichos programas; y,

Título Tercero.

Del Sistema De Protección Civil Y De La Participación Social.

Capítulo I.

Del Sistema De Protección Civil.

Capítulo II.

De La Participación Social.

Artículo 14.- La Administración Pública del Distrito Federal promoverá mecanismos para motivar la participación corresponsable de la sociedad en la formulación, ejecución y evaluación de los programas en la materia, y en general, en las acciones de protección civil que emprenda.

Artículo 15.- Los habitantes del Distrito Federal podrán coadyuvar con las autoridades en las acciones de protección civil previstas en los programas a que se refiere esta Ley, mediante su organización libre y voluntaria.

Artículo 16.- Toda persona tiene derecho a presentar queja por escrito o verbalmente ante la Dirección General o las Delegaciones, por hechos o actos que puedan producir riesgo o perjuicio en su persona o la de terceros, bienes o entorno, por la omisión de medidas preventivas que generen riesgo en lugares públicos.

Para la procedencia de la queja, es indispensable el señalamiento de los datos necesarios que permitan localizar el lugar, así como el nombre y domicilio del denunciante, para que se efectúen, con oportunidad por parte de las autoridades, las diligencias necesarias para la comprobación de los hechos o actos motivo de la queja y estar en posibilidades de llevar a cabo la evaluación correspondiente y actuar en consecuencia.

La Dirección General o las Delegaciones, a más tardar dentro de los 15 días siguientes a la presentación de la queja, harán del conocimiento del quejoso el trámite que se haya dado a aquélla y, dentro de los 30 días hábiles siguientes a la verificación, el resultado de la misma y, en su caso, las medidas impuestas.

Artículo 17.- Dentro de las acciones que promueva la Administración Pública del Distrito Federal para la participación social en materia de protección civil se observará lo siguiente:

- I.- Convocar a representantes de las organizaciones civiles, obreras, empresariales, de las comunidades, de instituciones educativas, de instituciones privadas y de otros representantes de la sociedad, para que manifiesten su opinión y propuesta;
- II.- Impulsar reconocimientos a los esfuerzos más destacados de la sociedad;
- III.- Impulsar el desarrollo de una cultura en materia de protección civil, a través de la realización de acciones conjuntas con la comunidad;
- IV.- Fomentar la creación de organizaciones civiles; e,
- V.- Impulsar la capacitación de las organizaciones civiles, empresas capacitadoras, instructores independientes, brigadas vecinales y empresas de consultoría y de estudio de riesgo vulnerabilidad vinculadas a la materia de protección civil, registradas mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el Reglamento de la presente Ley.

Artículo 18.- Las organizaciones civiles coadyuvarán en las tareas de prevención, auxilio y restablecimiento, corresponsablemente con la autoridad, integrando la instancia participativa del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal.

Artículo 19.- Las organizaciones civiles de acuerdo con su especialidad en la materia de protección civil, se clasifican en:

- I.- Administración;
- II.- Apoyo logístico;
- III.- Comunicaciones y Transportes;
- IV.- Sanidad y Salud; y,
- V.- Rescate y otros.

Artículo 20.- Las asociaciones y colegios de profesionistas vinculados a la protección civil, se considerarán como Organizaciones Civiles Especializadas.

Artículo 21.- La organización, registro y funcionamiento de las organizaciones civiles, de las organizaciones civiles no especializadas, de los Comités de Ayuda Mutua y de las brigadas vecinales vinculadas a la materia de protección civil a que se refiere esta Ley, se normarán en el Reglamento respectivo.

Título Décimo.

De Los Fenómenos De Mayor Recurrencia En La Ciudad De México.

Capítulo I

De Los Fenómenos De Mayor Recurrencia En La Ciudad De México.

Artículo 86.- El Gobierno del Distrito Federal, con la participación de las autoridades educativas, de las universidades e instituciones de educación superior y de los colegios y asociaciones de profesionales, promoverán el estudio de la geofísica, sismología, vulcanología y en general de las ciencias de la tierra, a efecto de contar con recursos humanos altamente calificados que contribuyan en estudios científicos que sustenten medidas en esta problemática.

Artículo 87.- El Gobierno del Distrito Federal en coordinación con autoridades competentes en materia de salud, revisará los planes de atención a la salud en casos de desastre hidrometeorológico, con énfasis en el control de calidad de agua potable y en la vigilancia epidemiológica correspondiente.

Artículo 88.- El Gobierno del Distrito Federal, así como las cámaras industriales, elaborarán un padrón de las empresas que manejan materiales y residuos peligrosos, complementado con un inventario y lista única de los materiales peligrosos que se manejan. Esta información se incorporará a los Atlas de Riesgos correspondientes.

Artículo 89.- El Gobierno del Distrito Federal impulsará la creación de una base de datos computarizada, a fin de que se lleve el registro estadístico de las calamidades por incendios, la ubicación, conformación y estado que guarden las instalaciones, redes y ductos de gas, las instalaciones y complejos industriales, las redes de distribución y venta de combustibles y lubricantes, para prevenir y actuar de manera coordinada, tanto en el ámbito urbano como en el rural.

BIBLIOGRAFÍA

- Los Residuos Peligrosos en el Mundo y en México, SEDESOL Instituto Nacional de Ecología, Cristina Cortinas de Nava y Sylvia Vega Gleason, Autoras y compiladoras. ISBN 968-838-229-9
- Ortiz Monasterio F., Cortinas de Nava C., Maffey García L., Manejo de los Desechos Industriales en México. Fundación Universo XXI, 1987.
- Health Hazards of the Human Environment. World Health Organization. 1972. p.185.
- Love Canal: A Chronology of Events that Shaped a Movement. Compiled by the Love Canal Homeowners Association. Citizens Clearinghouse for Hazardous Waste Inc. 1984.
- New York Times, June 8, 1980.
- Annotation By Greenpeace International on the Agenda of the Meeting. First Conference of Parties of the Basel Convention. Uruguay, 1992.
- Vega, S., Cinética y Efectos de los Contaminantes Tóxicos en el Ambiente. Toxicología I.
- Evaluación Epidemiológica de Riesgos Causados por Agentes Químicos Ambientales. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS/OMS. Metepec, México. 1985
- Bustos P.A. y Béjar C.L., Identificación de Campo de Materiales Peligrosos. P.O. Box 86837, San Diego, CA, 92138, E.U.
- Gordon A.J., The Chemist Companion. A Handbook of Practical Data. Techniques and References. John Wiley and Sons. New York. 1972
- Health Assessment Format, Guidelines and Methodology. U.S. Public Health Services Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1989.
- Managing the Risks of Hazardous Waste. Congress of the United States. Office of Technology Assessment. EUA. 1983.
- Stellman J.M. y Daum S.M., The Human Body and Occupational Diseases. En: Work is Dangerous for Your Health. Vintage Books, New York: 17-75, 1973.
- National Research Council. Environmental Epidemiology: Public Health and Hazardous Wastes., National Academy Press, Washington D.C., 1991.
- Janerich D.T., Burnett W.S., Feck G., Hoff M., Nasca P., Polendak A.P., Greenwald P. Y. Vianna N., Cancer Incidence in the Love Canal Area. Science 212:1401-1407, 1981.
- Vianna N.J. y Polan A.K., Incidence of Low Birth Weight Among Love Canal Residents. Science 226:1217-1219, 1984.
- Griffith J., Duncan R.C., Riggan W.B., y Pellorn A.C., Cancer Mortality in U.S. Counties With Hazardous Waste Sites and Ground Water Pollution. Arch. Environ. Health 44:69-74, 1989.

-
- Najem G.R., Thind I.S., Lavenhar M.A., y Louria D.B., Gastrointestinal Cancer Mortality in New Jersey Counties, and the Relationship With Environmental Variables. *Int. J. Epidemiol.* 12:276-289, 1983.
 - Najem G.R. y Geer T.W., Female Reproductive Organs and Breast Cancer Mortality in New Jersey Counties and the Relationship With Certain Environmental Variables. *Prev. Med.* 14:620-635, 1985.
 - Najem G.R., Louria D.B., Lavenhar M. A., y Feuerman M., Clusters of Cancer Mortality in New Jersey Municipalities: With Special Reference to Chemical Toxic Waste Disposal Sites and Per Capita Income. *Int. J. Epidemiol.* 14:528-537, 1985.
 - Fagliano J., Berry M., Bove F., y Burke T., Drinking Water Contamination and the Incidence of Leukemia: And Ecologic Study. *Am. J. Public Health* 80:1209-1212, 1990.
 - Lagakos S.W., Wessen B.J., y Zelen M., An Analysis of Contaminated Well Water and Health Effects in Woburn, Massachusetts. *J. Am. Stat. Assoc.* 81:583-596, 1986.
 - Mallin K., Investigation of a Bladder Cancer Cluster in Northwestern Illinois. *Am. J. Epidemiol.* 132:S96-S106, 1990.