

# SECRETARIA DE SALUD

Dr. Víctor Manuel Leo Méndez

Coordinador de Jurisdicciones Sanitarias de Salud Pública en el Estado de Veracruz

## I. Introducción

De acuerdo a los datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas (O.N.U.), en los últimos 20 años los desastres naturales ocurridos a nivel mundial, provocaron la muerte de 3 millones de personas, afectaron la vida y el bienestar de 800 millones de habitantes y se cuantificaron pérdidas materiales inmediatas que exceden los 23 billones de dólares.

México debido a su extensión geográfica, a sus características topográficas, hidrológicas, geológicas y ambientales, así como a la idiosincrasia de su gente, está expuesto a que su población sufra daños a la salud por siniestros de origen natural, tecnológico o provocados por el hombre.

La industria en nuestro país a pesar de la crisis económica por la que atraviesa ha mantenido un crecimiento progresivo, pero al mismo tiempo, ha incrementado el nivel de riesgo en la ocurrencia de accidentes derivados de este tipo de producción, los cuales ocasionan pérdidas humanas y materiales, afectan la salud de los trabajadores y en algunas ocasiones dañan la salud de la población que habita en las áreas aledañas a las factorías (San Juanico D.F., ANAVERSA en Córdoba) o incluso su impacto puede darse en lugares más lejanos (varilla contaminada en Cd. Juárez).

A la industria nuclear con fines pacíficos se le ubica dentro de los riesgos de consecuencias catastróficas, independientemente de que su utilización se dirija a la generación de energía y electricidad, a la industria farmacéutica, a la medicina nuclear, etc., pues los costos humanos y materiales en caso de un accidente por lo regular son graves.

La mayoría de las veces, los desastres se presentan en forma súbita o inesperada, por lo que alteran el funcionamiento normal del sistema de atención médica, salud pública y asistencia social. En consecuencia, es fundamental establecer entre las instituciones de salud la coordinación y planeación suficiente, que permita definir con anterioridad las acciones de protección que deban realizarse en aquellos casos en los que se ponen en riesgo la existencia y salud de una población.

La Secretaría de Salud como entidad rectora del Sistema Nacional de Salud y con los fundamentos legales que le confieren, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; la Ley General de Salud, la Ley del Sistema Nacional de Asistencia Social; Ley Orgánica del Ejército y de la Ley Orgánica de la Fuerza Aérea Mexicana; la Ley Orgánica de la Armada de México; el Reglamento Interior de la S.S.A., y el Sistema Nacional de Protección Civil, tiene la facultad de coordinar, diseñar y desarrollar el Programa Nacional de Atención a la Salud en caso de Desastre, abarcando actividades de prevención, auxilio, atención a la salud y apoyo a las población en riesgo o afectada por un desastre, señalando las líneas de acción y estableciendo los aspectos técnico operativos en materia de salud.

En la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde los estudios probabilísticos realizados indican que la probabilidad de falla de los sistemas primarios y de seguridad es mínima, sin embargo, algunos requisitos de carácter internacional para su operación le exigen la existencia de planes de emergencia en los cuales se señalen las acciones a realizar tanto al interior de la Planta (P.E.I.) como aquellas otras dirigidas a la población circunvecina (P.E.R.E) en caso de un accidente.

Es en este contexto jurídico-técnico-operativo en el que se da la participación del Sistema Nacional de Salud y en particular el trabajo del Sistema Estatal de Salud de Veracruz. Y su integración al Plan de Emergencia Radiológica Externo se realiza mediante sus representantes en el Comité de Planes de Emergencias Radiológicas Externos (COPEPE).

## II. Fuerza de Tarea de Salud (F.T.86)

La coordinación es fundamental en las diferentes etapas en las que se divide el P.E.R.E. las cuales corresponden a la preparación, respuesta y recuperación y en todas ellas existe comunicación e interacción con los coordinadores de las fuerzas de tarea de otras dependencias e instituciones que están involucrados en el Plan de Emergencia a fin de lograr una respuesta integral.

En el caso de la Fuerza de Tarea de Salud participan las siguientes instituciones: la Secretaría de Salud y Asistencia del Gobierno del estado de Veracruz, los Servicios Coordinados de Salud Pública en el Estado, el Instituto Mexicano del Seguro Social, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, la Dirección General de Asistencia Pública del Estado, Servicios Médicos de la Secretaría de Marina, la Secretaría de la Defensa Nacional, la Cruz Roja Mexicana, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la Comisión Nacional del Agua y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Para llevar a cabo todas las actividades y responsabilidades que corresponden a la Secretaría de Salud en cada una de las etapas del plan, la fuerza de tarea de salud cuenta con un coordinador general, un coordinador de apoyo, un secretario ejecutivo y siete grupos de tarea, siendo estos:

86.1 Control de la exposición radiológica para el personal de respuesta

86.2 Monitoreo clasificación y descontaminación de evacuados

86.3 Traslado de lesionados

86.4 Atención médica especializada

86.5 Atención médica general

86.6 Profilaxis radiológica y

86.7 Control de agua y alimentos

Específicamente hablando de la atención médica a ésta la podemos dividir en cuatro apartados:

- a) Atención médica preventiva.- La cual se proporciona a través de la profilaxis radiológica, administrando comprimido de yoduro de potasio estable (KI) que evita la fijación de yodoradioactivo al encontrar la glándula tiroides saturada, el control de agua y alimentos para que la población no ingiera productos cuyos niveles de radiación se encuentren por arriba de los límites permitidos; y el control de la exposición para el personal, de respuesta, con lo que se asegura que todos los elementos que trabajan durante una emergencia no presenten deterioros significativos en su salud.
- b) Atención médica de urgencias.- Es aquella que se proporciona a bordo de las ambulancias durante el traslado de heridos, en los centros de monitoreo y descontaminación de evacuados en casos graves y la misma descontaminación de personas o heridas.
- c) Atención médica general.- Esta se proporciona a la población que sufre deterioro en su salud por agravamiento de enfermedades que padecen previamente (diabetes, hipertensión arterial, etc.), estados fisiológicos que se desencadenan prematuramente (embarazadas con amenaza de parto prematuro) o nuevas enfermedades derivadas de la angustia (crisis nerviosas, accidentes, psicosis, etc.) tomando en cuenta que en todos estos casos, no existe contaminación o irradiación radiactiva en los individuos.
- d) Atención médica especializada.- En ella se contempla la atención de personas irradiadas y/o contaminadas con o sin lesiones agregadas.

### III. Atención Médica General

La experiencia adquirida durante diferentes desastres ocurridos en nuestro país señalan que existe una cantidad importante de personas que sufren daños en su salud por causas indirectas al siniestro, así como también, que la falta de previsión y desorganización que se presenta en las unidades hospitalarias en no pocos casos provoca atenciones tardías a los pacientes, saturación en unidades de salud, desabasto de insumos, etc.

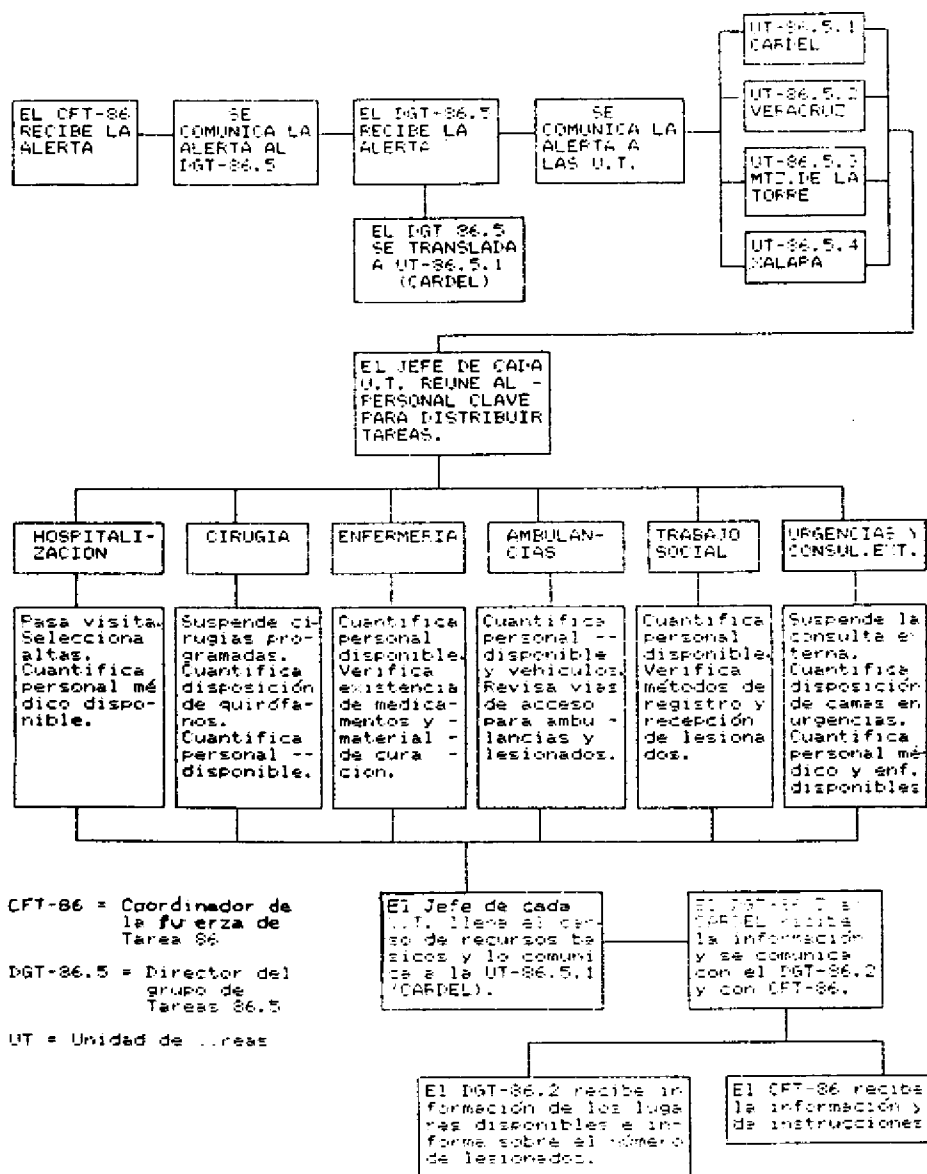
Por ese motivo, para establecer un manejo adecuado de los pacientes que requieren de cuidados hospitalarios generales, en el plan se contemplan los procedimientos a seguir para la canalización de los pacientes a las unidades hospitalarias, cuidando que no se rebase la capacidad instalada de las mismas y que la atención se proporcione en la unidad más cercana.

De acuerdo al plan de emergencia, la atención médica de tipo general se proporcionará principalmente a través de 4 unidades hospitalarias ubicadas una al noroeste (IMSS De Martínez de la Torre) tomando como punto de referencia la C.N.L.V., otra al oeste (CEM de Xalapa) una al sur (IMSS de Cardel) y otra más al sureste (ISSSTE de Veracruz) cuya capacidad física instalada es de 340 camas censables 11 quirófanos 4 laboratorios de análisis clínicos 6 gabinetes de rayos X y 8 salas de expulsión.

Todos los hospitales son los más cercanos a la zona de la C.N.L.V. y para seguridad de los pacientes se localizan fuera de la zona vía pluma. Existe un director de grupo de tarea el cual se coordina con cada uno de los directores de unidad en cuanto a capacidad física instalada disponible en ese momento; recursos humanos y materiales existentes, y la canalización de pacientes. Para todo ello se ha diseñado un diagrama de actividades que debe realizar cada unidad hospitalaria así como un inventario de recursos (anexo 1 y 2).

FLUJO DE ACTIVIDADES PARA EL GRUPO DE TAREAS 86.5  
ATENCIÓN MÉDICA GENERAL DEL F.E.R.E.

ANEXO 1



INFORME DE RECURSOS

|                                                                                  |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.- NOMBRE DE LA UNIDAD                                                          | <input type="text"/> |
| 2.- NUMERO DE CAMAS CENSABLES                                                    | <input type="text"/> |
| 3.- NUMERO DE CAMAS DE TRANSITO                                                  | <input type="text"/> |
| 4.- CAMAS CENSABLES DISPONIBLES                                                  | <input type="text"/> |
| 5.- CAMAS DE TRANSITO DISPONIBLES                                                | <input type="text"/> |
| 6.- CAMAS CENSABLES POTENCIALMENTE DISPONIBLES                                   | <input type="text"/> |
| 7.- DISPOSICION DE QUIROFANOS                                                    | <input type="text"/> |
| 8.- DISPOSICION DE AMBULANCIAS                                                   | <input type="text"/> |
| 9.- MEDICOS GENERALES DISPONIBLES                                                | <input type="text"/> |
| 10.- MEDICOS GINECOLOGOS DISPONIBLES                                             | <input type="text"/> |
| 11.- MEDICOS INTERNISTAS DISPONIBLES                                             | <input type="text"/> |
| 12.- MEDICOS CIRUJANOS DISPONIBLES                                               | <input type="text"/> |
| 13.- MEDICOS PEDIATRAS DISPONIBLES                                               | <input type="text"/> |
| 14.- MEDICOS TRAUMATOLOGOS DISPONIBLES                                           | <input type="text"/> |
| 15.- ODONTOLOGOS DISPONIBLES                                                     | <input type="text"/> |
| 16.- OTROS ESPECIALISTAS DISPONIBLES                                             | <input type="text"/> |
| A.- <input type="text"/>                                                         | <input type="text"/> |
| B.- <input type="text"/>                                                         | <input type="text"/> |
| C.- <input type="text"/>                                                         | <input type="text"/> |
| 17.- ENFERMERAS DISPONIBLES                                                      | <input type="text"/> |
| 18.- AUXILIARES DE ENFERMERIA DISPONIBLES                                        | <input type="text"/> |
| 19.- TRABAJADORES SOCIALES DISPONIBLES                                           | <input type="text"/> |
| 20.- OPERADORES DE AMBULANCIA DISPONIBLES                                        | <input type="text"/> |
| 21.- FECHA: <input type="text"/> DE <input type="text"/> DE <input type="text"/> |                      |
| 22.- HORA: <input type="text"/> HRS.                                             |                      |
| 23.- ELABORO: <input type="text"/>                                               |                      |

El director de este grupo de tarea se ubica para sus operaciones en el Hospital General del IMSS del Cardel y la comunicación con los otros hospitales la hace por radio con frecuencia del P.E.R.E. a excepción del Hospital del ISSSTE en Veracruz la cual se establece por medio de teléfono comercial.

Es importante recalcar que a este tipo de unidades únicamente se deben canalizar pacientes que no tengan contaminación radioactiva o se encuentran irradiados, por otro lado, existe la posibilidad de canalizar pacientes a otros hospitales de la región de los 80 kms en el caso de que se presente una mayor demanda de atención.

#### IV. Atención Médica Especializada.

Este procedimiento establece el manejo médico especializado de tipo radiológico en centros hospitalarios, el cual comprende por un lado, el tratamiento y cuidados a seguir ante pacientes irradiados y contaminados con o sin lesión que lo ameriten y por otra parte, los aspectos de seguridad radiológica que deben ser aplicados por el personal de respuesta.

Es conveniente señalar que los daños ocasionados por radiación depende de la dosis recibida, del grado de contaminación, de su localización interna o externa, del tiempo de la exposición y de las características propias de cada persona, por lo que es requisito indispensable que el personal médico, paramédico y administrativo se encuentre adecuadamente capacitado, pues el conocimiento y la aplicación de los principios básicos de seguridad radiológica por parte del personal de respuesta, permitirá disminuir o limitar la dispersión de la contaminación y las dosis recibidas.

Los pacientes que serán atendidos en estos hospitales serán los referidos de los centros de monitoreo de evacuados o los enviados directamente de la planta que recibieron más de 100 Rems a cuerpo entero que presenten contaminación fija o contaminación interna, estén o no lesionados.

Para operadores de la planta y personal ocupacionalmente expuesto, que reciban dosis importantes de radiación o que cuya evolución clínica indique un deterioro importante de su salud y en las unidades hospitalarias del estado no se les pueda proporcionar la atención médica específica, serán trasladados a centros hospitalarios de la Cd. de México o de los E.U.A.

A nivel estatal para la atención médica especializada se ha asignado al Hospital Naval de Veracruz y al Hospital General de la S.S.A. en Veracruz. Actualmente sólo el Hospital Naval se encuentra en posibilidad de proporcionar este tipo de atención con una capacidad física mínima, en tanto que al Hospital de la S.S.A. hasta 1992 se le harán adecuaciones para proporcionar el servicio.

De acuerdo al esquema de organización se tiene contemplado la existencia de un director de grupo de tarea para que coordine las actividades en los dos hospitales a través de los directores de cada una de las unidades hospitalarias, teniendo como base al Hospital Naval de Veracruz y la comunicación la establece mediante la radio con frecuencia del P.E.R.E.

#### V. Fase 1 y Fase 2 del Plan

Durante el transcurso de los simulacros parciales y generales que se realizaron en 1989 y 1990 se observó que la fuerza de tarea de salud, debido a la ubicación de su personal, empleaba más tiempo en llegar a sus sitios de operaciones que el resto de las fuerzas de tarea, por este motivo se decidió incluir en el plan la fase 1 y la fase 2.

De este modo las acciones de salud durante la primera fase se encuentran a cargo de la Comisión Federal de Electricidad, la Secretaría de la Defensa Nacional y la Secretaría de Marina cuyos elementos se encuentran más cercanos a la C.N.L.V. y por tanto su tiempo de respuesta es más rápida,

de tal forma, que son los responsables de activar los Centro de Monitoreo de Evacuados, realizar el control de la exposición y activar al Hospital Naval de Veracruz para dar la atención médica especializada.

La fase 2 del Plan no tiene un tiempo preestablecido ya que ésta se lleva a cabo, en el momento en que se presentan las brigadas de salud en sus sitios de operaciones y proceden a transferencias de funciones con las dependencias que se encuentran laborando en esos lugares.

## VI. Efectos de la Radiación sobre la Salud Humana.

Desde que la vida apareció en la tierra, ha estado expuesta a las radiaciones ionizantes provenientes del cosmos, de la corteza y atmósfera terrestre, de manera que la vida y la radiación son viejas "conocidas" y han aprendido a vivir juntas.

El principal efecto producido por la radiación alfa, beta, gamma, rayos X, protones, al incidir sobre los átomos de la materia, es la de excitar, o en su caso expulsar algunos de sus electrones orbitales, a ésta última situación se le conoce con el nombre de Ionización.

Los electrones así producidos tienen grandes cantidades de energía y a su vez pueden ionizar a los átomos que encuentren en su trayectoria.

Si un cuerpo es irradiado durante un intervalo de tiempo, en sus átomos se produce la ionización y en consecuencia en el interior de ese cuerpo existen, durante este periodo, electrones en movimiento.

Los seres vivos están constituidos por células, las cuales a su vez están integradas fundamentalmente por la membrana, citoplasma y núcleo.

La membrana es la envoltura de la célula, la cual permite el paso de fluidos que le sirven de alimento, así como la eliminación de toxinas.

En el citoplasma se llevan a cabo funciones y reacciones químicas que permiten la asimilación de los nutrientes celulares.

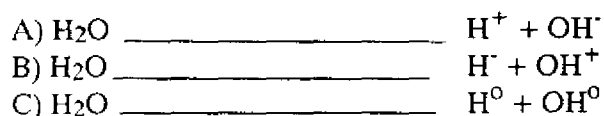
En el núcleo de la célula, se encuentra el código genético que durante la división celular da lugar a la formación de dos células idénticas.

A) Efectos a nivel celular.- Si el ser humano está expuesto a la radiación ionizante, los electrones producidos pueden interaccionar con las células de la siguiente manera:

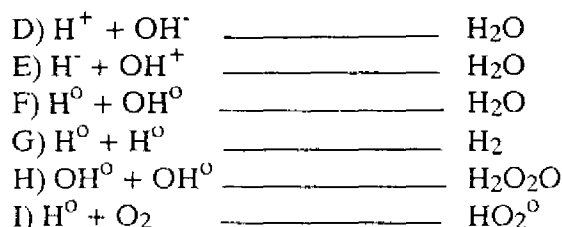
1. A nivel de la membrana.- Se producen daños que alteran la ósmosis de tal manera, que puede aumentar o disminuir el volumen celular, según sea el gradiente de la presión en los fluidos externos o internos de la célula.

2. A nivel de citoplasma.- Como el citoplasma está constituido aproximadamente del 80% de agua ( $H_2O$ ), el efecto más importante sobre éste, es básicamente en la molécula de agua.

El  $H_2O$  posee un par en enlaces covalentes, que pueden romperse debido a la energía transmitida por los electrones de la ionización dando origen a los siguientes radicales:



En el caso de A) y B) se producen radicales con carga eléctrica positiva y negativa, (Iones), mientras que el caso C) se rompe la molécula dando origen a radicales con electrones no apareados (los átomos se agrupan generalmente compartiendo un par de electrones), los cuales se llaman radicales libres. Estos radicales libres tienen más actividad química que los Iones. La acomodación de éstos radicales puede dar origen a:



El agua y el hidrógeno molecular ( $H_2$ ) así formados no representan ningún problema en el citoplasma, mientras que la formación del peróxido del hidrógeno ( $H_2O_2$ ), produce un envenenamiento de la célula. Al combinarse el radical libre,  $HO$  con el oxígeno que se encuentra en la célula ( $O_2$ ), produce el radical libre  $HO_2^0$ , el cual es más perjudicial que el peróxido de hidrógeno, produciendo alteraciones en el metabolismo celular.

La radiación ionizante cuando interacciona con el citoplasma, hace que la célula muera o bien se mantenga en un estado latente, y en ambos casos la célula no se reproduce.

3. A nivel del núcleo.- El núcleo contiene los cromosomas encargados de la reproducción celular. Los cromosomas están formados por genes y éstos a su vez están formados por macromoléculas del tipo del ácido desoxirribonucleico (DNA).

Los electrones producidos en la ionización pueden romper enlaces del DNA, o bien fijarse a ellos, alterando en ésta forma su estructura molecular.

El DNA alterado al reproducirse lleva una anomalía, la cual se refleja en el gene y éste a su vez en el cromosoma. De esta manera la célula puede llegar a tener una mutación o un cambio hereditario.

B) Efectos a nivel mundial. Las células que tienen menor tiempo de mitosis, (división celular), son las más sensibles a la radiación, por ejemplo: los tejidos encargados de generar células, (médula ósea, gónadas), son más sensibles a la radiación que las células nerviosas, ya que éstas no se reproducen. Así mismo, durante el transcurso de una vida, la sensibilidad a la radiación decrece conforme aumenta la edad: feto, niño, adolescente, adulto y anciano.

Otra variable que influye en el daño biológico es el tipo de radiación y la dosis absorbida. El ser humano puede ser irradiado con grandes cantidades en poco tiempo; denominado este caso con el nombre de exposición aguda, y pequeñas cantidades en periodos largos que se llama exposición crónica.

Generalmente, las dosis diagnósticas o terapéuticas no son clasificadas en ninguno de los términos anteriormente enunciados.

Estas exposiciones pueden dar origen a dos tipos de efectos en el organismo: los somáticos y los genéticos.

Los efectos somáticos se refieren a aquellas lesiones experimentadas por las células, que afectan a la continuidad de las funciones del organismo, pudiendo existir desde las leves hasta las graves.

Los efectos genéticos se refieren a las lesiones de las gónadas que pueden producir mutaciones en generaciones posteriores.

Las mutaciones, una vez ocurridas, son permanentes. No se tienen pruebas concluyentes sobre si existe o no una dosis umbral para las mutaciones.

La siguiente tabla proporciona una idea de los efectos biológicos.

**Tabla 1.** Efectos biológicos de las radiaciones en exposición agudas.

| Dosis          | Efecto Probable                                                             |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 0-25 Rems      | Ninguna lesión evidente.                                                    |
| 25-50 Rems     | Posibles cambios en la sangre, pero ninguna lesión grave.                   |
| 50-100 Rems    | Cambios en las células de la sangre, alguna lesión, pero ninguna invalidez. |
| 100-200 Rems   | Lesión, posible invalidez.                                                  |
| 200-400 Rems   | Certeza de lesión e invalidez, posible muerte.                              |
| 400-500 Rems   | 50% de mortalidad en 30 días.                                               |
| 600 o más Rems | Probablemente mortal.                                                       |

**C) Efectos a la población.-** La seguridad radiológica tiene como finalidad primordial, en la producción, manejo y desecho de materiales radiactivos, la de proteger a los individuos y su progenie de los efectos que pueda producirle la radiación.

Estos efectos se clasifican en dos grandes grupos:

- 1.- Efectos Estocásticos; son aquellos cuya probabilidad de ocurrencia, independientemente de su gravedad, es función de la dosis.
- 2.- Efectos No Estocásticos; son aquellos que pueden presentarse a partir de un umbral de dosis y cuya gravedad varía con la dosis.

Los efectos hereditarios y algunos somáticos como la carcinogénesis son efectos estocásticos.

Efectos somáticos no estocásticos son por ejemplo, entre otros, las cataratas de cristalino ocular, daños a la piel (no malignos), deficiencias hematológicas. Para éstos casos la gravedad del daño depende de la magnitud de la dosis recibida, sin embargo, hay un límite en el cual por debajo de éste no se aprecian los efectos.

El propósito de la Protección Radiológica es el prevenir los efectos no estocásticos y limitar la probabilidad de los estocásticos a niveles considerados como aceptables. Un propósito adicional, es garantizar que todas las exposiciones a la radiación sean justificadas

La prevención de los efectos no estocásticos se debe lograr estableciendo límites de equivalente de dosis con valores que no alcancen el límite en el periodo total de la vida útil de trabajo.

La limitación de los efectos estocásticos se logra con el concepto justificado de que la dosis de exposición debe ser tan baja como pueda lograrse, y para ésto, se toman en cuenta factores sociales y económicos, sujetos siempre a que los límites del equivalente de dosis no sea excedido.

**D) Limitación de dosis individual y a población.-** Los límites de equivalente de dosis recomendados en la Tabla 2, los efectos no estocásticos han sido probados por 20 años.

Se aceptan internacionalmente y algunos países los han incluido en su legislación.

Estos límites se deben tomar como la suma de la irradiación externa del organismo, así como también la dosis recibida por la inhalación o ingestión de material radiactivo.

**Tabla 2.** Límite equivalente de dosis en exposiciones crónicas

| <b>Organo o Tejido</b>             | <b>Personal Ocupacionalmente<br/>Expuesto</b> | <b>Público</b> |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|
| Gónadas, médula ósea.              | 5 Rems/año                                    | 0.5 Rems/año   |
| Piel, esqueleto, tiroides          | 30 Rems/año                                   | 3 Rems/año     |
| Manos, antebrazos, pies y tobillos | 75 Rems/año                                   | 7.5 Rems/año   |
| Otros órganos aislados             | 15 Rems/año                                   | 1.5 Rems/año   |

#### Bibliografía

S.S.A.  
Programa Nacional de Atención a la Salud en Casos de Desastres  
1990

C.O.P.E.R.E.  
Central Nucleoeléctrica Laguna Verde  
Plan de Emergencia Radiológico Externo  
1990

O.N.U.  
Radiation: Doses, Effects, Risks  
UNEP 1985

REAC/TS  
Handling and Treatment of Victims of Radiation Incidents and Accidents  
OAK RIDGE, TN. 37831-0117 U.S.A.