MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

MÓDULO 5: VIGILANCIA RADIOLÓGIA AMBIENTAL

5.1 ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA EXTERIORES

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

INTRODUCCIÓN

- **NECESIDAD DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL**
  - En caso de que tenga lugar un accidente nuclear o radiológico grave, es necesario tomar **rápidamente** acciones de protección.
  - Son fundamentales para la rápida implantación de acciones de protección fuera del emplazamiento **la vigilancia radiológica ambiental** y la **transmisión de datos** desde la zona afectada a los centros de emergencia de toma de decisiones (SALEM, CECOP).
  - También deben estar disponibles los datos meteorológicos y sus proyecciones.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

INTRODUCCIÓN

- **TÉRMINO FUENTE**
  - Cantidad y composición isotópica del material emitido (o que se prevé emitir) desde una central nuclear.
  - La determinación del término fuente es complicada. Es necesario hacer **evaluaciones probabilísticas** más allá de las Bases de Diseño de Accidentes y estimar el momento y las cantidades de los distintos radionucleidos que se pueden liberar y los datos meteorológicos, que se utilizarán para determinar la zona amenazada y aplicar rápidamente las medidas de protección.
  - Las condiciones atmosféricas y distancia determinan la capacidad de dilución, dispersión y eliminación parcial de radionucleidos en la atmósfera.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

INTRODUCCIÓN

- **EVALUACIÓN DE LA DISPERSIÓN. EVALUACIÓN Vs REALIDAD**
  - Los modelos de dispersión nunca pueden predecir exactamente la propagación de radionucleidos liberados en la atmósfera y su deposición en el terreno.
  - Independientemente de la utilización de sofisticados modelos de dispersión y cálculo de dosis siempre hay que hacer medidas radiológicas fuera del emplazamiento.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA

- BASES
  - Debemos conocer el modo en que están expuestas las personas a la radiación, así determinaremos la medidas necesarias, cuando deben llevarse a cabo, y como y donde se van a implantar.
  - Durante y después de un accidente la población está expuesta a radiación proveniente de:
    - Radionucleidos inhalados durante el paso de la pluma.
    - Radionucleidos presentes en el penacho.
    - Radionucleidos depositados en el suelo y otras superficies.
    - Radionucleidos ingeridos presentes en alimentos.
    - Radionucleidos ingeridos presentes en el agua potable.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA

- La exposición a la radiación se divide en:
  - **Exposición interna.**
  - **Exposición externa.**
- Las tasas de dosis más altas son las debidas a la inhalación de radionucleidos al paso de la nube.
- Una vez que ha pasado el penacho, la ingestión de alimentos y agua contaminada empieza a producir la irradiación de origen interno.
- La acumulación de radioiodos en la glándula tiroides puede provocar alta tasa de dosis en la misma.
- La radiación gamma debida a la influencia directa del penacho desaparece cuando este haya atravesado la zona, aunque los depositados en superficies no desaparece hasta que se descontamine.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA

- **ESTRATEGIA**
  - Después de la liberación de radionucleidos al medio ambiente es necesario conocer la **tasa** de dosis externa, concentración de **partículas** y concentración de **radioiodos** en aire. Estos datos deben ser comunicados de inmediato a la SALEM y CECOP.
  - Inmediatamente después del paso del penacho, también se necesitan los resultados de las medidas de **contaminación interna** de las personas.
  - Poco después de la deposición, también se necesita información sobre contaminación de **alimentos** y **agua potable**.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL FUERA DEL EMPLAZAMIENTO (1)

- **PRIMERA FASE DE UN ACCIDENTE**

En esta primera fase se necesita conocer urgentemente:

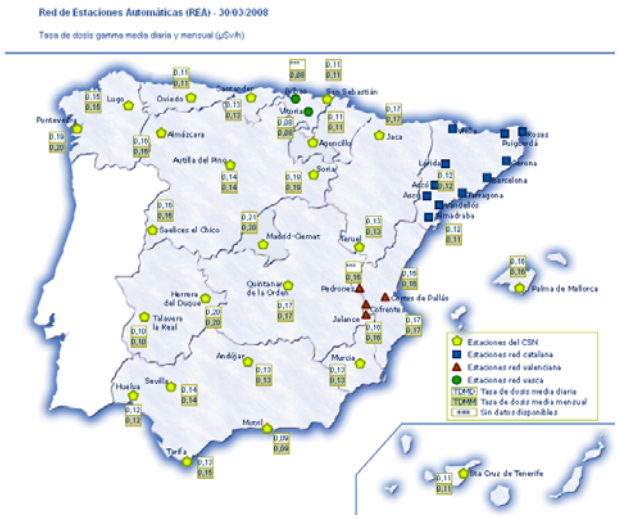
- **Tasa de dosis** externa. En España existen dos redes de vigilancia con estaciones de medida:
  - Red de Estaciones Autonómicas (REA)
  - Red de Alerta a la Radiactividad (RAR)
- Concentración de actividad de **partículas** radiactivas en suspensión.
- Isótopos de **iodo** en aire

MINISTERIO DEL INTERIOR

SUBSECRTARÍA

DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR



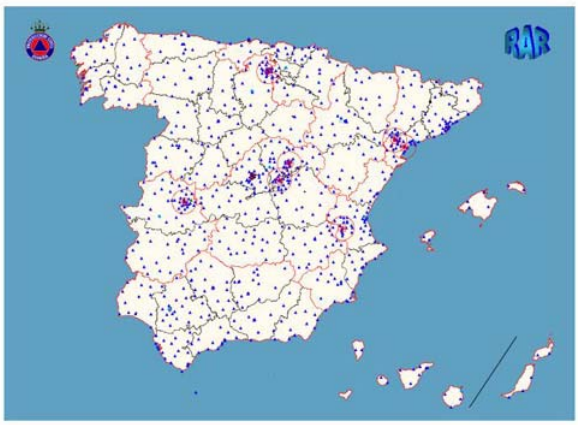
MINISTERIO DEL INTERIOR

SUBSECRTARÍA

DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

ESTACIONES RED ALERTA RADIACTIVIDAD



MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL FUERA DEL EMPLAZAMIENTO (2)

- **DESPÚES DE LA PRIMERA FASE DE UN ACCIDENTE (medidas a largo plazo)**
  - Visión más general sobre la contaminación de la zona afectada.
  - La zona puede abarcar desde decenas a miles de km cuadrados.
  - La información se necesita lo más rápido posible.
  - Se necesita conocer actividad de radionucleidos depositados o tasa de dosis existente.
  - La distribución de material radiactivo depositado puede ser caracterizada de forma muy rápida con un espectrómetro gamma instalado en un avión o helicóptero.
  - Identificación de puntos calientes.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

VIGILANCIA DE LOS ALIMENTOS Y DE LA POBLACIÓN

- Tras la **deposición** de material radiactivo es necesario vigilar:
  - Contenido en iodo en la glándula tiroidea de la personas y cantidad de radionucleidos en el cuerpo.
    - CRC
  - Contaminación en productos alimenticios, por ejemplo en hortalizas cultivadas en campo abierto, y en leche.
    - Importancia de la leche: niños
  - Contaminación radiactiva en agua potable.
    - Menor contaminación

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

MÓDULO 5: VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL

5.2 TÉCNICAS DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

INTRODUCCIÓN

- **OBJETIVO DINÁMICO**
  - Llegada de penacho: magnitud y composición.
  - Paso de penacho: tasa de dosis y concentración de isótopos en aire.
  - Tras deposición: distribución.
  - Fase posterior: caracterización de la contaminación en alimentos, superficies, etc.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

TÉCNICAS DE LA VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL. REQUISITOS DE SENSIBILIDAD (1)

- **VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL. DETERMINACIÓN DE LA TASA DE DOSIS**
  - Se lleva a cabo mediante los detectores de radiación.
  - Se puede hacer con equipos fijos o portátiles, y sensibles a radiación beta y/o gamma.
  - Los equipos más utilizados son:
    - Contadores Geiger-Müller.
    - Cámaras de ionización.
    - Contadores de centelleo
  - Monitores fijos: puntos apropiados. En condiciones de operación permanente.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

TÉCNICAS DE LA VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL. REQUISITOS DE SENSIBILIDAD (2)

- **VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL. DETERMINACIÓN DE RADIACTIVIDAD EN AIRE**
  - Se utilizan equipos para el muestreo de partículas y distintos métodos para la fijación de elementos gaseosos.
  - Las partículas radiactivas se muestrean mediante filtros, o con impactadores.
  - La fijación de sustancias gaseosas se puede hacer con filtros de carbón activo o con cartuchos de intercambio iónico.
  - Se utilizan captadores de volumen bajo, medio y alto.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

TÉCNICAS DE LA VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL. REQUISITOS DE SENSIBILIDAD (3)

- **CARACTERIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN RADIACTIVA DEPOSITADA (determinaciones en campo)**
  - En una situación de emergencia puede ser necesario disponer de **unidades móviles** para hacer un estudio de campo de la contaminación radiactiva depositada. Mapa radiológico.
  - Las unidades pueden ser:
    - vehículos todoterreno, equipados con monitores de radiación, incluso con laboratorio móvil, equipos portátiles para la medida de la tasa de dosis y acumulación de iodo en el tiroides.
    - helicópteros o aviones; con ellos se puede obtener un rápido mapa radiológico de la contaminación en grandes áreas.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

TÉCNICAS DE LA VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL. REQUISITOS DE SENSIBILIDAD (4)

- **INSTRUMENTACIÓN DE LABORATORIO**
  - Las diferentes muestras que se hayan recogido deben ser analizadas con los equipos de laboratorio.
  - La mayoría de ellos puede medirse con **espectrómetros gamma**, pero habrá algunos en los que sea necesario contadores beta y espectrómetros alfa.
  - Los espectrómetros gamma típicos contienen detectores de germanio con blindaje de plomo.
  - Los emisores alfa o radiación beta pueden medirse con espectrómetros alfa o contadores beta.
  - Los emisores beta pueden medirse con un contador beta de bajo fondo o con un contador de centelleo líquido.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

TÉCNICAS DE LA VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL. REQUISITOS DE SENSIBILIDAD (5)

- **VIGILANCIA RADIOLÓGICA DE LA POBLACIÓN**
  - Consiste en realizar medidas del radioiodo que pueda haberse fijado en la glándula tiroidea y en realizar contajes de cuerpo entero.
  - El seguimiento de la tiroides se puede llevar a cabo con detectores de radiación portátiles.
  - Un objetivo especial del seguimiento del estado de la glándula tiroidea son los **niños**.
  - La calibración de los equipos de medida debe estar centralizada por razones de garantía de calidad.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

TÉCNICAS DE LA VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL. REQUISITOS DE SENSIBILIDAD (6)

- **REQUISITOS DE DISEÑO PARA LABORATORIOS**
  - Deben estar bien protegidos contra la radiación natural de fondo y de otras fuentes de radiación externa.
  - Los laboratorios de medida también deberán equiparse con sistemas eficientes de filtración.
  - Se necesitan dispositivos especiales para la recepción, almacenamiento y manipulación de las muestras contaminadas, y para la entrada de personas.

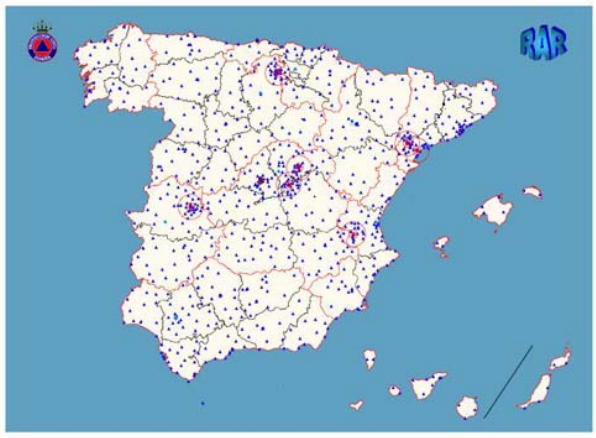
MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

REDES DE VIGILANCIA E INTERCAMBIO AUTOMÁTICO DE DATOS

- Los datos registrados en las estaciones de medida que existen en todo el territorio nacional deben ser transmitidos automáticamente a los centros regionales y de ahí a los centros de decisión nacionales o superiores.
- En España, la Red de Alerta de la Radiactividad (RAR) es un sistema que permite conocer en 902 puntos en toda España y en tiempo real, la medida de la radiación gamma y su tendencia. Está compuesta por:
  - 902 estaciones de medición de radiación gamma repartidas en cuadrículas de 50*50 km.
  - 10 centros de procesado de información, que envían la información a la Dirección General de Protección Civil en Madrid.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

REDES DE VIGILANCIA E INTERCAMBIO AUTOMÁTICO DE DATOS



MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

REDES DE VIGILANCIA E INTERCAMBIO AUTOMÁTICO DE DATOS

- **Red de Estaciones Automáticas (REA)**
  - Esta red está integrada por 25 estaciones automáticas que disponen de instrumentación para medir en continuo variables radiológicas (tasa de dosis gamma, concentración de radón, radioiodos, emisores alfa y beta en aire) y variables meteorológicas (temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, precipitación y presión atmosférica).
  - La recepción, gestión y análisis de los datos se hace desde la Salem en el CSN. Desde aquí se tiene acceso también a los datos de las redes de las comunidades autónomas de Valencia, Cataluña, Extremadura y País Vasco.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

REDES DE VIGILANCIA E INTERCAMBIO AUTOMÁTICO DE DATOS

- **Red de Estaciones de Muestreo (REM)**

A diferencia de la REA, en la red de estaciones de muestreo la vigilancia se realiza mediante la toma de muestras y su posterior análisis radiológico, de manera similar a como se desarrolla en los PVRA, pero se diferencia de éstos en el hecho de que la vigilancia (muestreo y análisis) la realiza el CSN con la colaboración de un conjunto de laboratorios e instituciones españolas.

Se compone de dos tipos de redes complementarias: la **red densa** compuesta por numerosos puntos distribuidos por todo el territorio, y la **red espaciada** en la que se realizan medidas de muy alta sensibilidad en muy pocos puntos. El CSN informa regularmente a la Comisión de la Unión Europea de los resultados de ambos programas.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

REDES DE VIGILANCIA E INTERCAMBIO AUTOMÁTICO DE DATOS

En ambas redes, tanto en la densa como en la espaciada, se realizan medidas pertenecientes a dos tipos de programas:

- El programa de vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre cuyo objetivo es realizar medidas de radiactividad en suelos, aire, agua potable, leche y dieta tipo. El CSN puso en marcha este sistema mediante acuerdos de colaboración con 20 universidades y organismos de investigación repartidos por el territorio nacional.
- El programa de vigilancia del medio acuático continental y costero, cuyo objetivo es la vigilancia de la calidad radiológica de las aguas fluviales de las distintas cuencas hidrográficas, así como del agua de mar en diferentes puntos del litoral. Este programa es llevado a cabo por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (Cedex) en colaboración con el CSN.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS
CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

REDES DE VIGILANCIA E INTERCAMBIO AUTOMÁTICO DE DATOS

- **Plataforma Radiológica Europea de intercambio de datos (EURDEP)**
  - Sistema de intercambio de información radiológica que permite acceder a los datos medidos por las estaciones automáticas de vigilancia de todos los pases participantes. Incluye la medida de tasa de dosis gamma y de algunos tipos de muestra. El objetivo principal de la plataforma no es sólo el intercambio de información sino unir dicho sistema de información con un sistema de apoyo a la toma de decisiones por parte de la Comisión Europea.
  - La participación de países europeos no comunitarios es de carácter voluntario. Además, existe el acuerdo de caballeros de que los miembros del EURDEP acelerarán la entrega de datos en caso de una emergencia.

MINISTERIO DEL INTERIOR
SUBSECRTARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE POTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

REDES DE VIGILANCIA E INTERCAMBIO AUTOMÁTICO DE DATOS

- **Plataforma Radiológica Europea de intercambio de datos (EURDEP) (Continuación)**
  - La red EURDEP es utilizada en la actualidad por 29 países europeos para el intercambio continuo de los datos de sus redes nacionales de vigilancia radiológica. Durante la vigilancia de rutina los datos se cargan por parte de las organizaciones participantes al menos una vez al día. Durante una emergencia los datos deben cargarse en el sistema al menos una vez cada 2 horas. En la práctica, cada vez más organizaciones ponen a disposición del sistema sus datos cada hora, tanto durante la vigilancia radiológica ambiental de rutina como durante una situación de emergencia.
  - España remite diariamente a EURDEP datos de sus estaciones automáticas REA y de las redes de las comunidades autónomas.