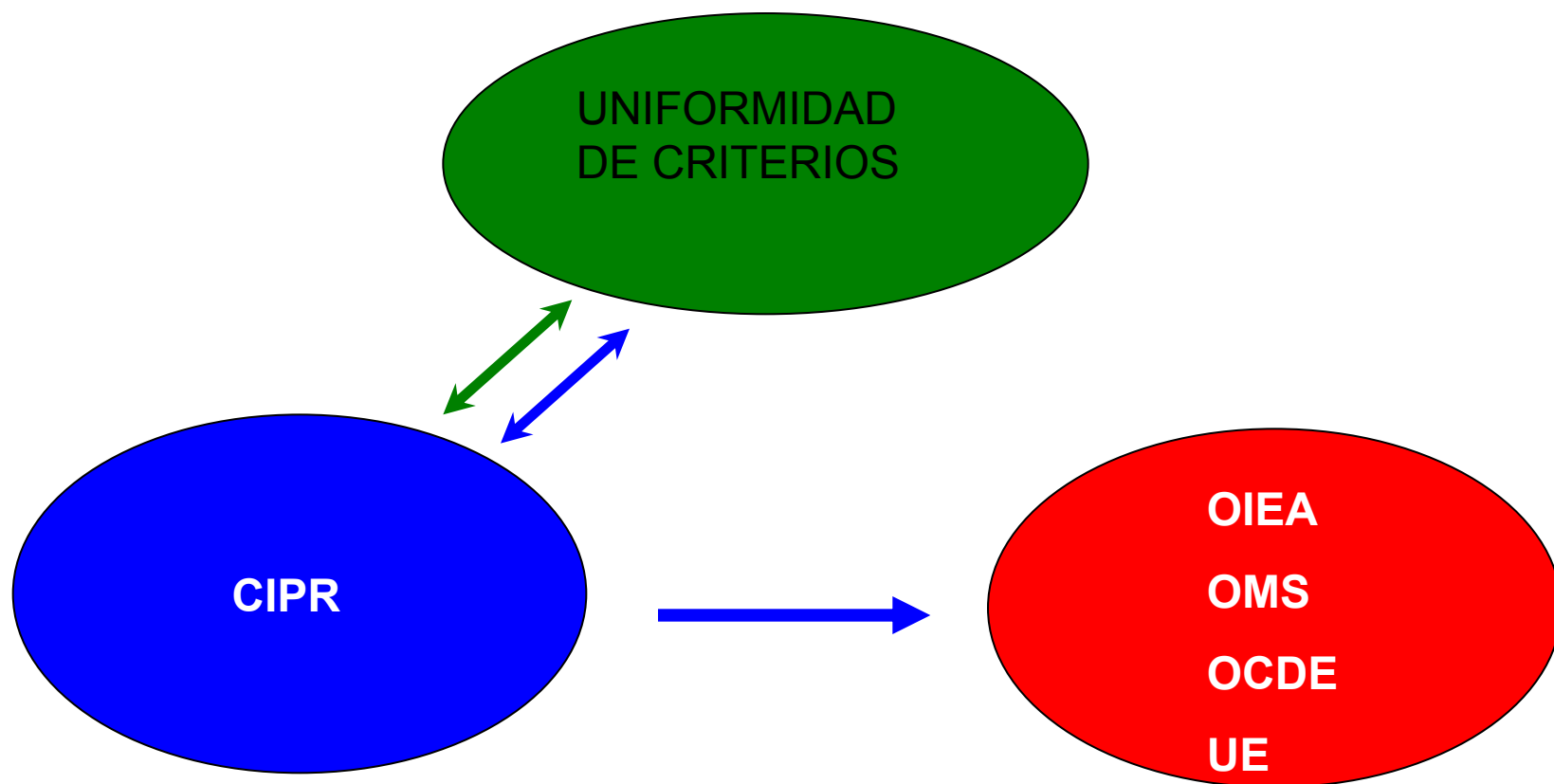


CHERNOBIL
¿ACCIDENTE NUCLEAR O SUCESO POLÍTICO?

Dra. Mercedes Montesinos del Valle
Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente

INTRODUCCIÓN

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



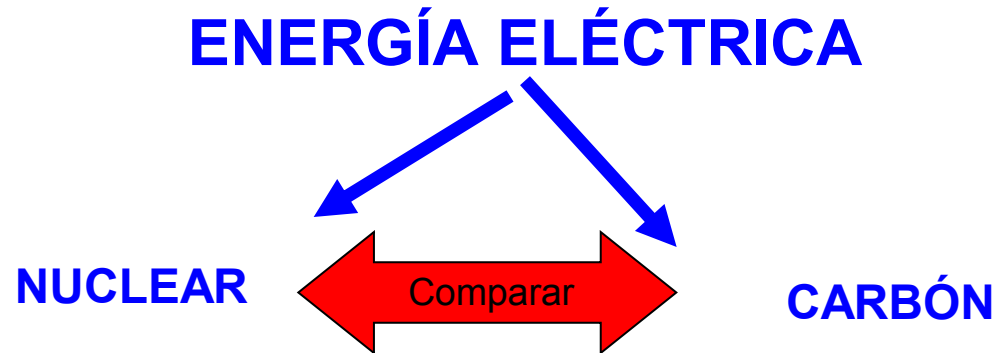
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

- **JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA**
- **OPTIMIZACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN**
- **LIMITACIÓN DE LAS DOSIS INDIVIDUALES**
- **CONSIDERACIÓN DE LOS ADELANTOS FUTUROS**

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

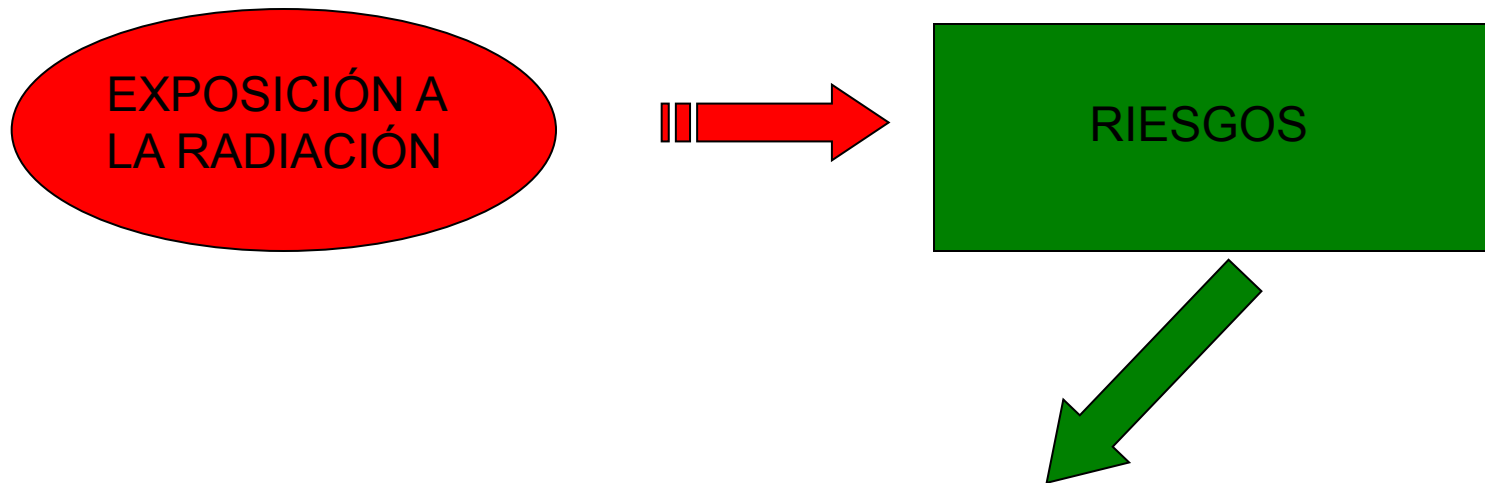
JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA (Coste-Beneficio)



- Riesgos para la salud
- Procesos y recursos comprometidos (extracción minerales.....evacuación de residuos)
- Factores estratégicos, económicos y sociales
 - Diversidad
 - Disponibilidad y reservas de combustibles
 - Gastos de construcción y explotación de centrales
 - Demanda de electricidad
 - Medida en la que las personas están dispuestas a trabajar en una industria determinada

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES (2)

OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN

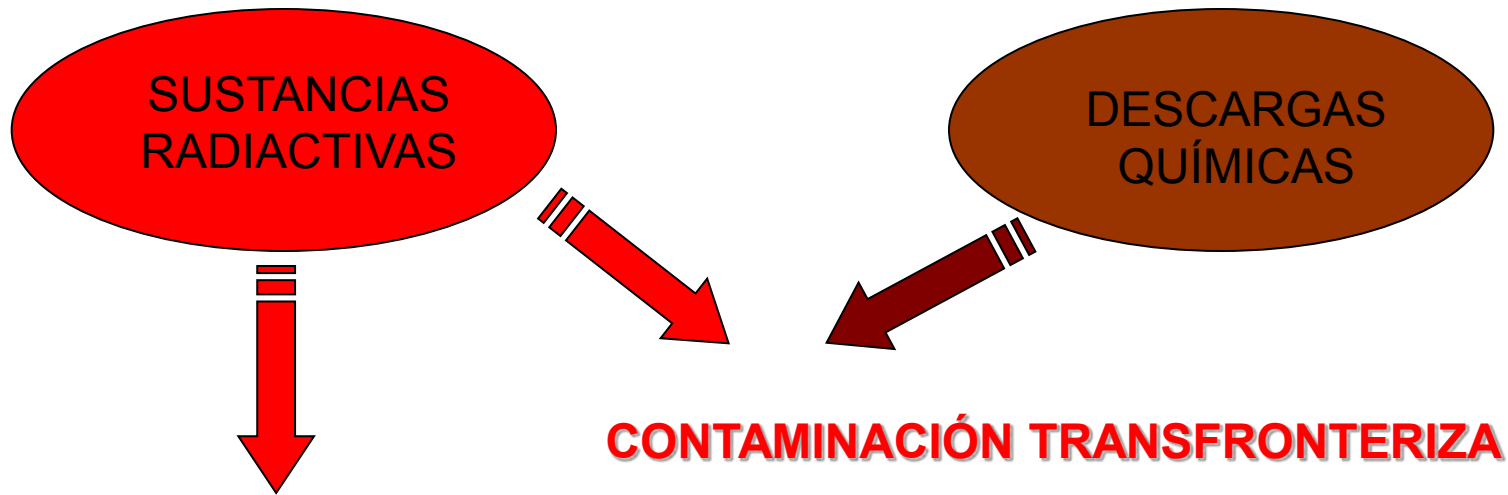


Limitar las exposiciones al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse → Concepto ALARA

→ Asignar un valor monetario a la unidad de dosis equivalente efectiva colectiva tomando como indicación del **detrimiento de la salud**

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES (3)

OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN



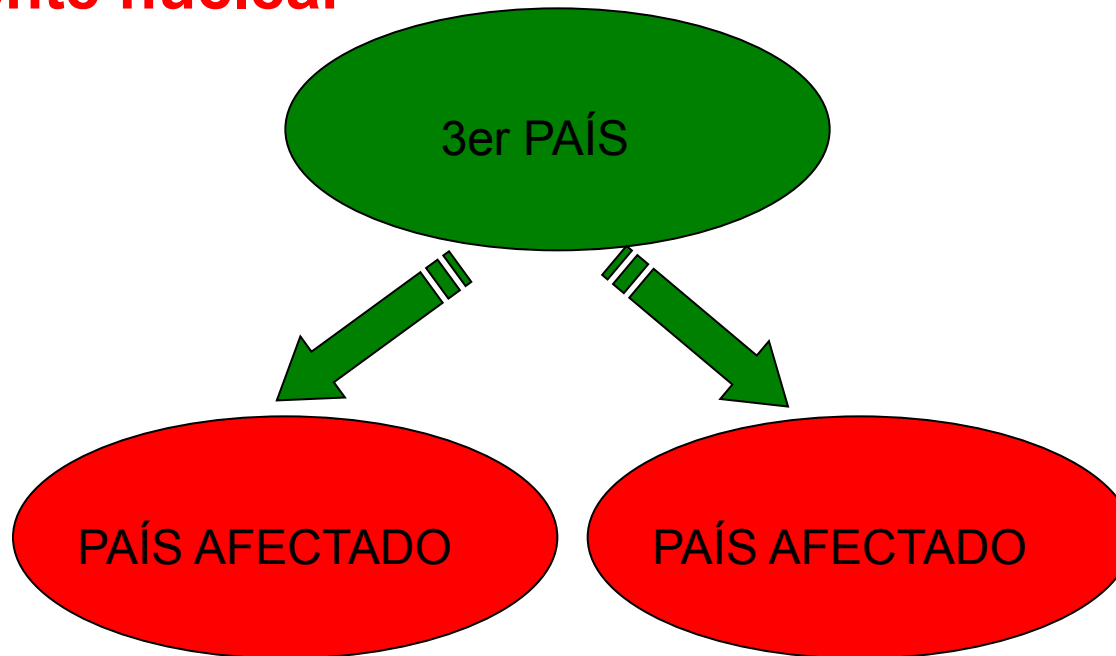
- Mejor conocimiento vías críticas
- Uso lineal: dosis-respuesta
- Componente transfronterizo de la radiación y el detrimento asociado puede cuantificarse

Las AUTORIDADES NACIONALES deben de aplicar las disposiciones que aseguren que ningún componente transfronterizo de exposición está siendo tratado sin la debida limitación de descarga

ASISTENCIA MUTUA

OBJETO:

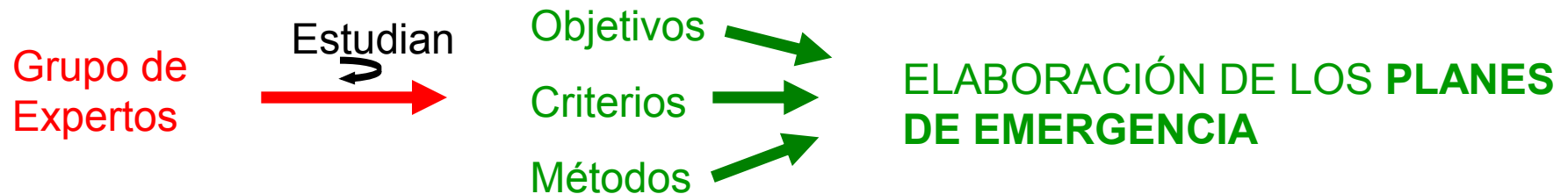
Ayudar las autoridades y los servicios de un país a otro a enfrentarse con las consecuencias de una accidente nuclear



OJO: aspectos financieros

CRITERIOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y DISPOSITIVOS DE INTERVENCIÓN PREVISTOS EN LOS PLANES DE EMERGENCIA DE LA UE

BASE: Acuerdos que rigen los planes de emergencia transfronterizos en los que participan los Estados miembros de la UE.



EN CASO DE ACCIDENTE



A un lado y otro de la misma frontera → fijar un mismo criterio para

- ☐ Fijar niveles de acción
- ☐ Poner en marcha medidas de protección
- ☐ Definir zonas de emergencia

RAZONES

- ☐ Las poblaciones deben de beneficiarse del mismo nivel de PR a ambos lados
- ☐ Una concepción semejante de los niveles de acción facilitaría la definición de incidentes a declarar y modalidades de notificación
- ☐ Facilitaría medidas de protección y actividades de apoyo a movimientos transfronterizos: vigilancia y evacuación

SOLUCIÓN → ACUERDOS BILATERALES

- ☐ Aspectos técnicos
- ☐ Ejercicios
- ☐ Información al público
- ☐ Asistencia mutua

ASPECTOS TÉCNICOS

- ☐ Muestreo y control del medio ambiente
- ☐ Terminología y unidades de medida
- ☐ Modelos utilizados para evaluar o prevenir las consecuencias del accidente
- ☐ Tipos de sistema de alarma

EJERCICIOS (Ensayos comunes)

- ☐ Medios de comunicación y disponibilidad
- ☐ Procedimiento de transmisión de informaciones
- ☐ Formato de los mensajes
- ☐ Contenido de la información a transmitir
- ☐ Resultados calculados a partir de la información recibida así como las consecuencias y acciones que se deriven
- ☐ Eficacia de las disposiciones tomadas para movimientos transfronterizos del personal y materia.

INFORMACIÓN AL PÚBLICO: 2 fases

Elaboración de los Planes

1. Información general:

- Qué es la radiactividad
- Seguridad reactores

2. Particular

- Procedimientos previstos en los PE

En caso de accidente

- Naturaleza del accidente
- Evolución
- Medidas tomadas
- Evolución de las mismas

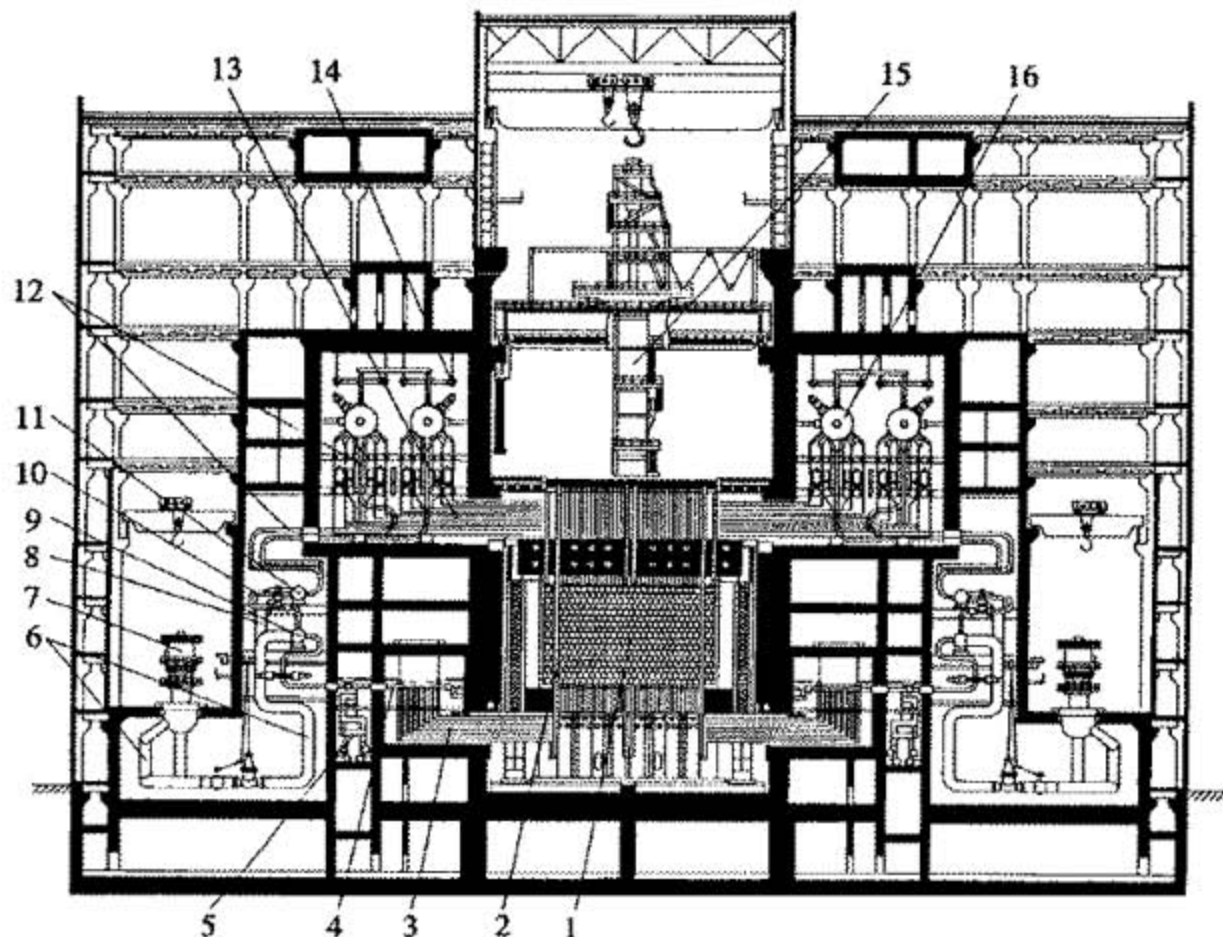
LA CENTRAL DE CHERNOBIL

El reactor es de tipo RBMK (= Reactor de gran potencia tipo canal) con 1000 Megawatts eléctricos, moderado con grafito y enfriado con agua ligera.

Producción

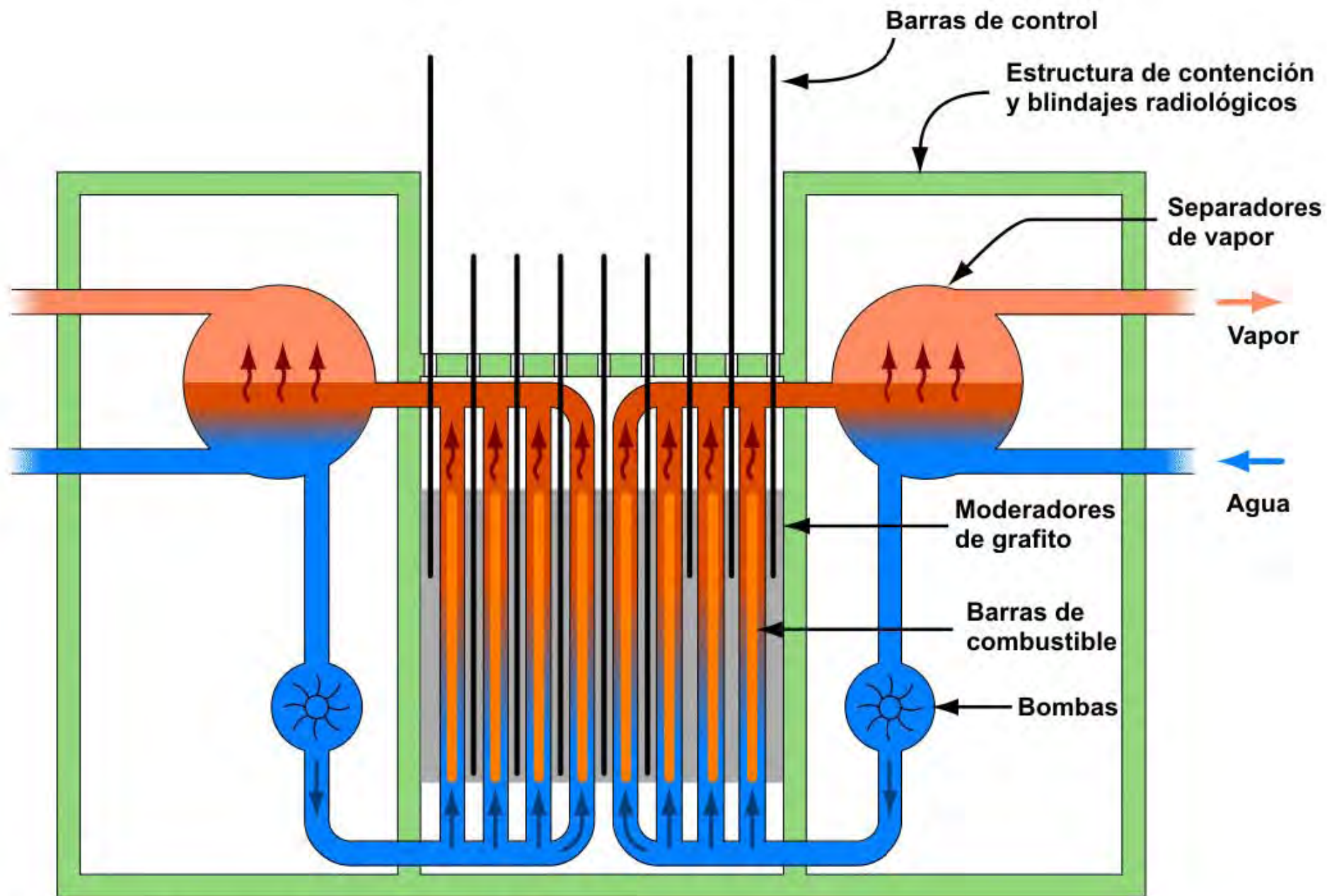
- ❑ potencia eléctrica,
- ❑ plutonio-239 para armamento.

➔ el combustible no podía ser irradiado por largos periodos de tiempo y el reactor estaba equipado con un sistema para cargar y descargar elementos combustibles sin necesidad de apagar el reactor.

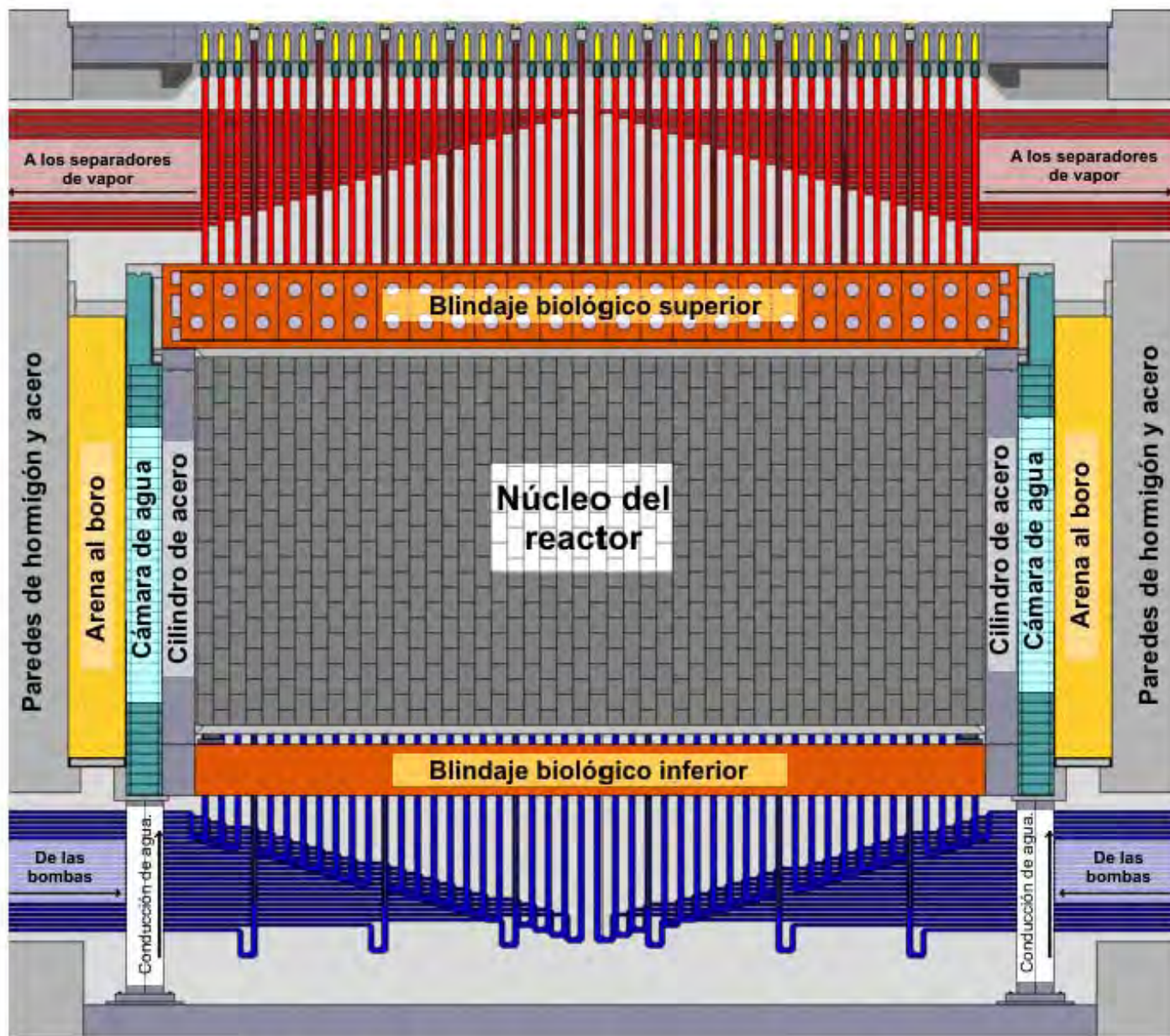


Esquema general del edificio de un reactor RBMK-1500

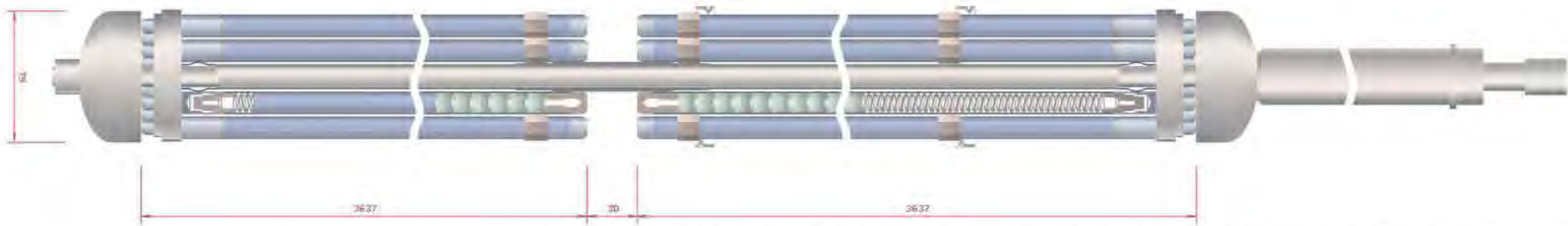
- | | |
|--|---|
| 1. Pila de grafito. | 8. Conducciones de succión. |
| 2. Conducciones de alimentación de los canales de combustible. | 9. Cabecera de presión. |
| 3. Conducciones de agua. | 10. Conducciones de derivación. |
| 4. Cabecera del grupo de distribución. | 11. Cabecera de succión. |
| 5. Conducciones de la refrigeración de emergencia del núcleo. | 12. Tubos bajantes. |
| 6. Tuberías de presión. | 13. Conducciones de agua y vapor. |
| 7. Bomba principal de circulación. | 14. Tuberías de vapor. |
| | 15. Maquinaria de recarga de combustible. |
| | 16. Separador de vapor. |



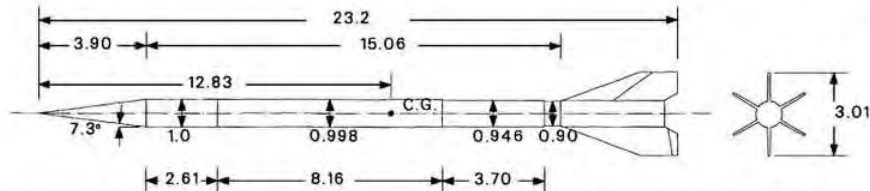
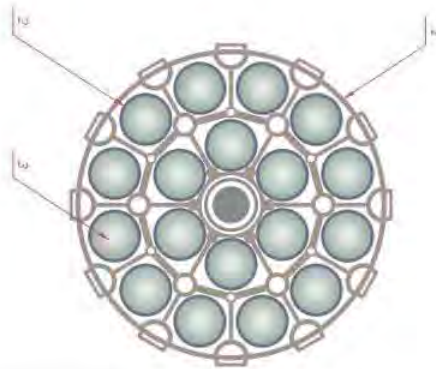
Esquema básico de un reactor RBMK



**Niveles de defensa pasiva en profundidad
de los reactores RBMK utilizados en Chernóbyl**



Sección longitudinal y transversal del ensamblaje de combustible para el RBMK-1000, compuesto de acero, uranio, zirconio, niobio y europio. El peso total del ensamblaje es de 185 kg. La velocidad a la que pudieron salir propulsadas durante la explosión de Chernóbyl-4 es desconocida.



M829 Projectile Dimensions In Calibers (1 Caliber = 27.05 mm)

Proyectil sabot APFSDS del tipo M829 para el cañón M256 (120 mm) del carro M1A2 Abrams (Estados Unidos), compuesto de acero y uranio empobrecido (la imagen incluye el cartucho propelente). La masa total del proyectil es de 3,2 kg (19 kg con el cartucho). Su velocidad en boca de cañón son 1.680 m/s.



Proyectil sabot APFSDS del tipo BM15 para el cañón 2A46 (125 mm) del carro T-72 (Rusia), compuesto de acero y carburo de tungsteno (la imagen no incluye el cartucho propelente). La masa total del proyectil es de 3,9 kg. Su velocidad en boca de cañón son 1.800 m/s.

Comparación estructural de una barra de combustible nuclear para el reactor RBMK-1000 y dos penetradores estándar para carros de combate.



Sala de control actual de uno de los reactores de la central nuclear de Leningrado, muy parecida a Chernóbyl.

EL ACCIDENTE

El reactor numero 4 sufrió una excursión de potencia el 26 de Abril de 1986 cerca de la una de la madrugada, durante una prueba a baja potencia solicitada por las autoridades de Moscú.

- ❑ En pocos segundos la potencia aumentó casi 100 veces su valor nominal.

- ❑ El refrigerante de agua ligera no fue capaz de extraer la enorme cantidad de calor generado y se vaporizó en una fracción de segundo produciendo una explosión de vapor a la 1:23:44 (hora local). El reactor quedó destruido.

- ❑ En los siguientes 10 días,

- ❑ alrededor de 12 exabequerelios ($\text{exa} = 10^{15}$) o 300 Megacurios de isótopos radioactivos se liberaron a la atmósfera,

- ❑ contaminación significativa de un área de 150 000 kilómetros cuadrados

- ❑ incremento medible en el nivel de radiación ionizante en la mayor parte de Europa

➤ Componentes del accidente:

- La explosión del reactor

- Los efectos sobre la salud

CAUSAS DE LA EXPLOSIÓN (Análisis realizado por Jacques Frost en noviembre de 2000)

1. ERRORES DE DISEÑO
2. FALLOS DE ADMINISTRACIÓN Y FALLOS COMETIDOS POR EL STAFF DE OPERACIÓN
3. POLÍTICOS

ERRORES DE DISEÑO

1. El núcleo del reactor RBMK, es inestable por debajo de 700Mw térmicos ($\sim \frac{1}{4}$ parte potencia nominal)
 - ✓ A baja potencia el reactor es difícil de controlar y cualquier tendencia hacia una reacción en cadena se amplifica rápidamente
 - ✓ En los demás reactores cualquier incremento en la reacción en cadena es automáticamente detenida

→ Situación comparable a un autobús en un camino sinuoso de montaña y sin frenos
 2. Las barras de control se insertan lentamente → proceso completo 20 seg; en otros reactores 2 seg. → Operación inestable: no barras de control de emergencia de inserción rápida
- Imaginad situación si el autobús empieza a reducir velocidad 20 seg después de pisar el freno**

ERRORES DE DISEÑO (2)

3. Barras de control de carburo de boro con una cubierta de grafito. Cuando se empieza a insertar el grafito aumenta la reactividad

→ Si al aplicar los frenos el resultado fuera pisar el acelerador a fondo durante un par de seg.
3. El moderador neutrónico consiste en 600Tm de grafito, que cuando entra en contacto con el aire estalla en llamas; el fuego vaporizó los radioisótopos en el reactor y los dispersó a la atmósfera junto con el humo.
3. NO tienen un sistema para filtrar los gases de escape ni una contención estructural.
→ Es como un autobús sin carrocería

ERRORES COMETIDOS POR EL GRUPO DE OPERACIÓN

Identificados 6 errores humanos

1. Se violaron 2 reglas permanentes de operación.
 - ✓ No operar a un nivel de potencia reducida (< 700 Mw-térmicos)
 - ✓ Nunca tener menos de 30 barras de control insertadas en el núcleo
2. No seguir el procedimiento de prueba 3 mecanismos se baipasaron deliberadamente:
 - ✓ Uno inyección de agua de emergencia
 - ✓ Dos para el paro de emergencia

Los operadores no fueron entrenados adecuadamente y no comprendieron la naturaleza de sus acciones

Las instrucciones de operación eran incompletas e imprecisas

CAUSAS POLÍTICAS

MOMENTO → ¡!!!Guerra fría!!!

La producción de Pu para armamento → sentido de urgencia en diseño, construcción y operación

Los presupuestos iban en la misma dirección: tener en cuenta la disponibilidad

El accidente se debió a las muchas limitaciones del sistema soviético → ¿Suceso político más que nuclear?

CONSECUENCIAS

INEVITABLES

- ☐ Efectos sobre la salud
- ☐ Destrucción completa del reactor
- ☐ Muerte de 2 miembros de personal de operación
- ☐ Contaminación radiactiva de 150.000 Km² alrededor de Chernobyl (Belarus), Ucrania y Federación rusa

EFFECTOS SOBRE LA SALUD

CAUSAS INMEDIATAS: Al no haber un plan de emergencia no se tomaron simples y elementales precauciones

❑ Transmisión de instrucciones: quedarse en casa con puertas y ventanas cerradas → pasadas 36 horas

❑ Prohibición de consumo de leche fresca → pasados 7 días

❑ Prohibición del consumo de frutas frescas y verduras → pasados 7 días

❑ Distribución inmediata de cápsulas de yodo con instrucciones de tragarlos inmediatamente → Oferta de EE.UU. rechazada

❑ Provisión de ropa de protección (bomberos, personal de operación y obreros de recuperación)

EFFECTOS SOBRE LA SALUD (2)

CAUSAS PROFUNDAS → ¡¡¡POLÍTICAS!!!!

☐ Precauciones desconocidas por autoridades locales y, quizás, por la dirección de la central

☐ No Plan de emergencia

☐ No yodo estable para distribuir

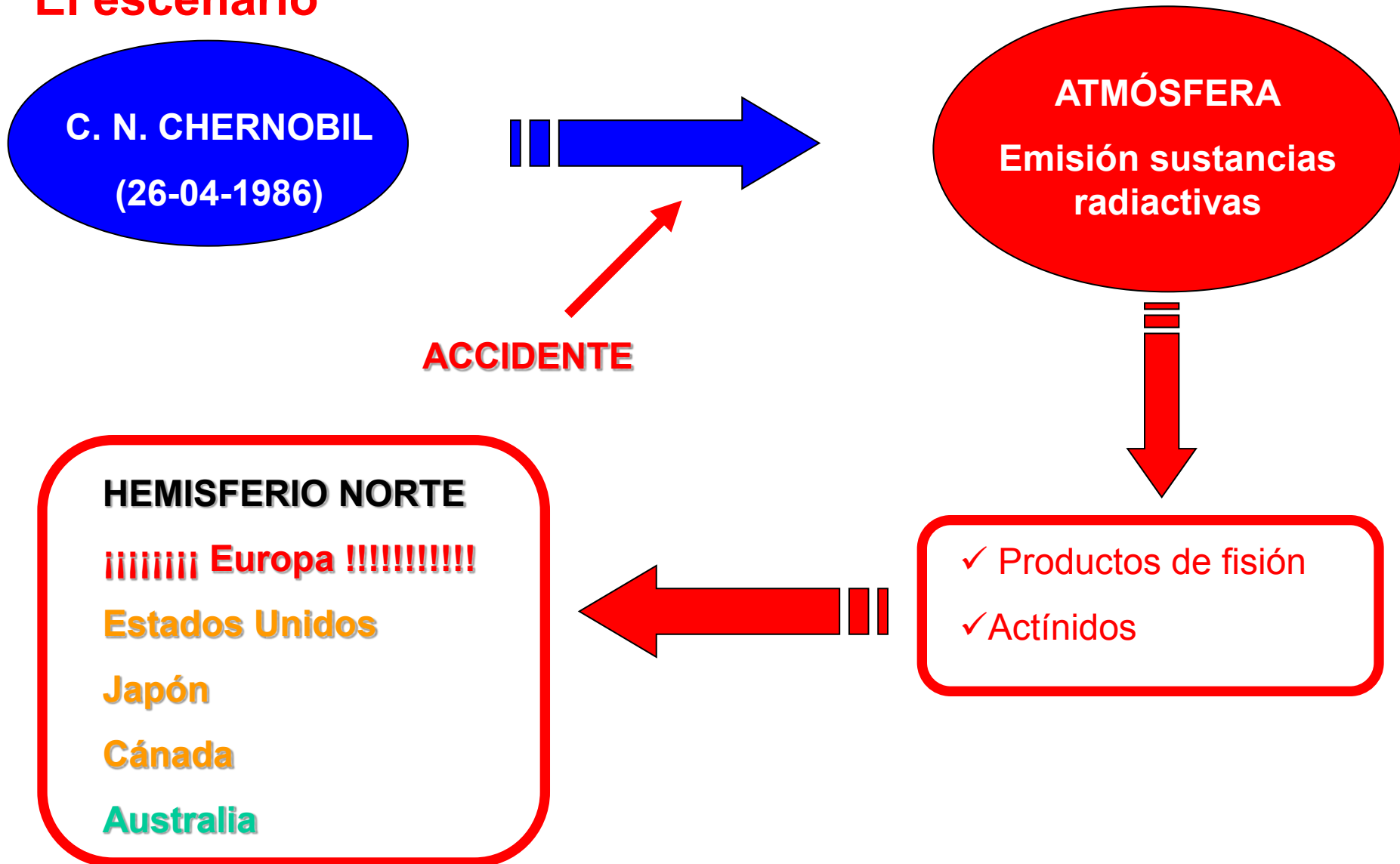
☐ No suministros médicos

☐ No ropa de protección

☐ No instrumentos para medir radiactividad ni la dosis recibida

INCIDENCIAS RADIOLÓGICAS

El escenario

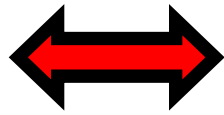


INCIDENCIAS RADIOLÓGICAS (2)

Vías de exposición



A.E.N.

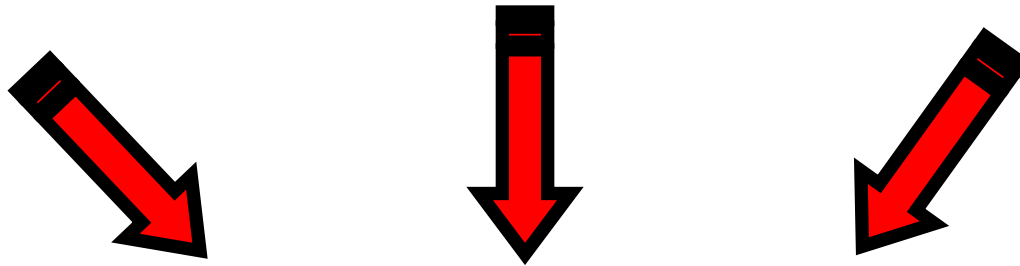


AUTORIDADES NACIONALES

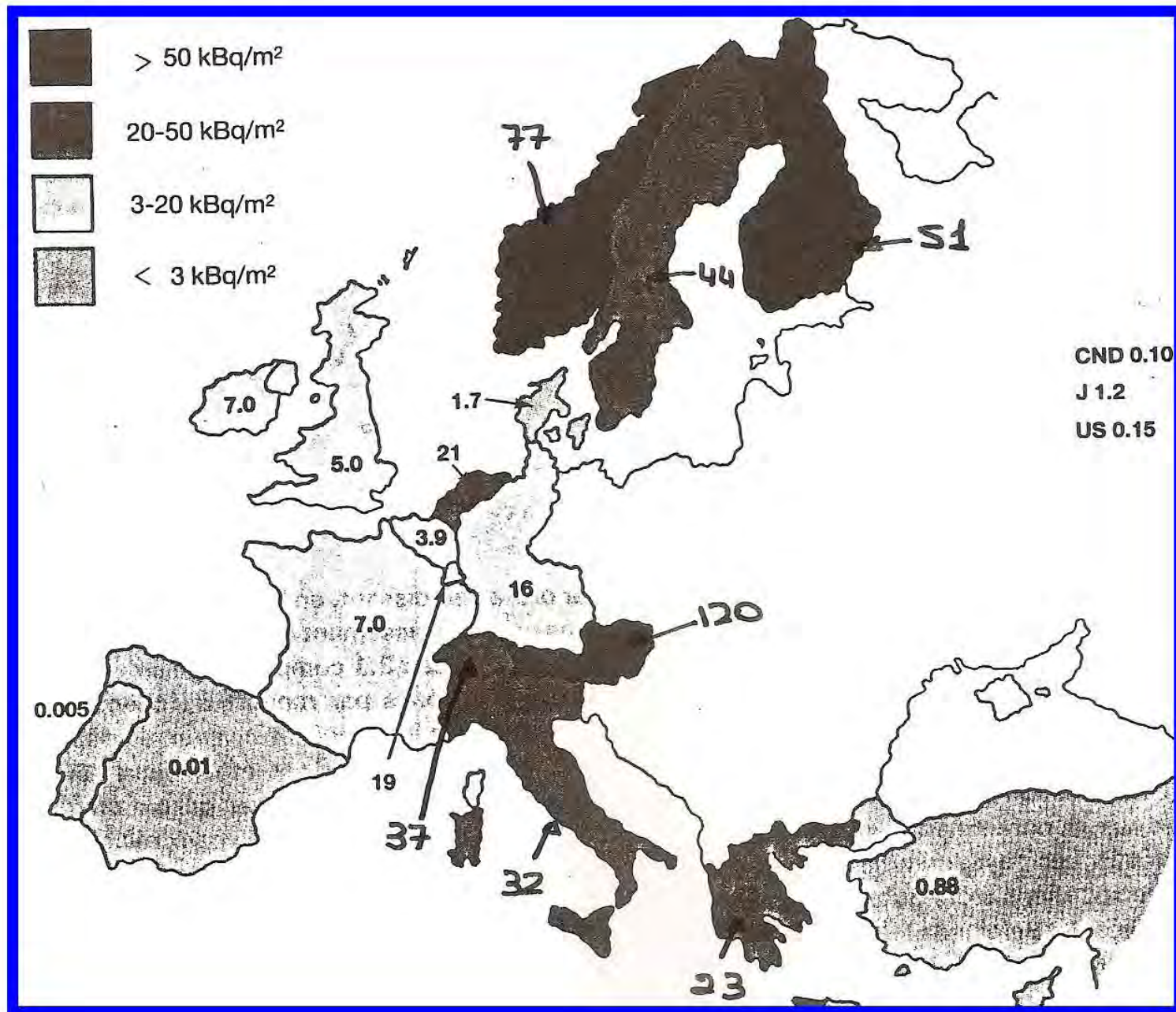
Niveles medios y
máximos del depósito
total al nivel del suelo

Estimación de dosis
individuales y
colectivas

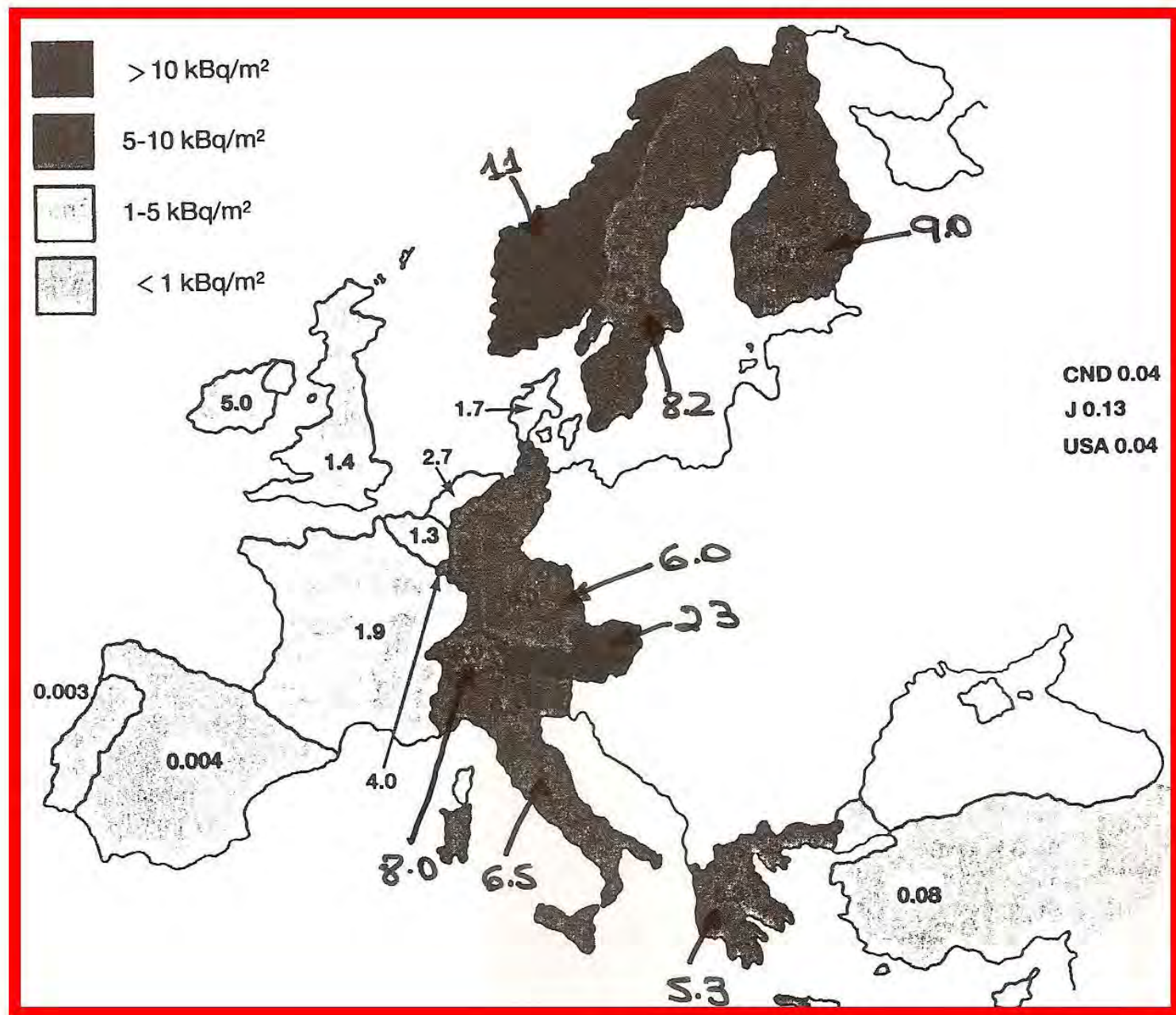
Informe sobre las
medidas tomadas
para reducir la dosis



RESUMEN EVALUACIÓN



VALORES MEDIOS DEL DEPÓSITO TOTAL DE I-131 (KBq/m^2)



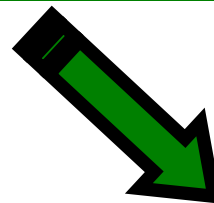
VALORES MEDIOS DEL DEPÓSITO TOTAL DE Cs-137+Cs-134 (KBq/m²)

DOSIS EQUIVALENTES EFECTIVAS INDIVIDUALES MEDIAS



Algunos microsieverts

- España
- Portugal



700 microsieverts

➤ Austria

DOSIS EQUIVALENTES INDIVIDUALES MEDIAS PARA EL TIROIDES

Algunos microsieverts

- España
- Portugal
- Países fuera de Europa

~ 3.000 microsieverts

➤ Grecia

DOSIS EQUIVALENTE EFECTIVA COLECTIVA TOTAL (Mayo'86- Abril'87)



70.000 sieverts-hombre

DOSIS EQUIVALENTE EFECTIVA COLECTIVA PARA EL TIROIDES (Mayo'86- Abril'87)



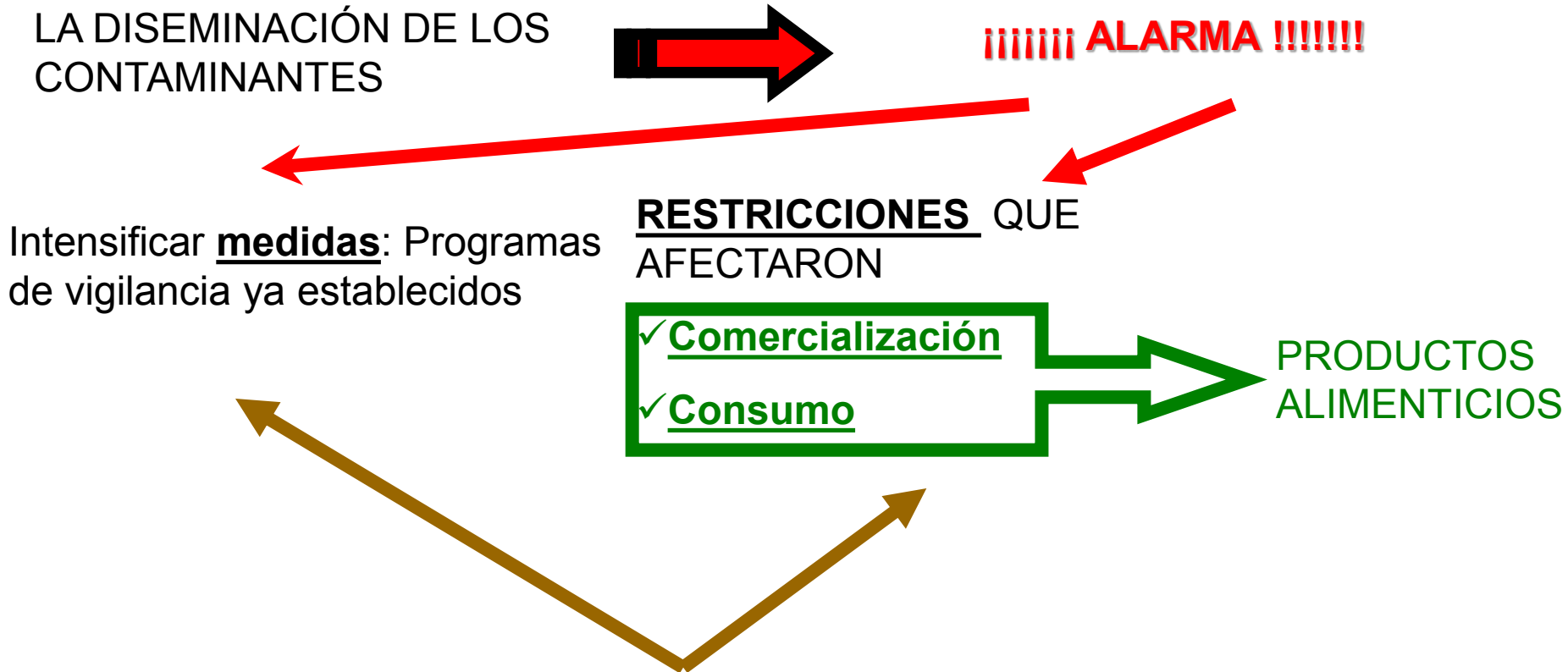
300.000 sieverts-hombre



Cada europeo recibe anualmente una dosis efectiva media debida al fondo natural de **2 msieverts**

La dosis equivalente efectiva colectiva del conjunto de la población de los países europeos de la OCDE es de **800.000 sievert-hombre/a**

MEDIDAS TOMADAS PARA HACER FRENTE AL ACCIDENTE



DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS:

- ☐ Cronología
- ☐ Duración de aplicación de CONTRA-MEDIDAS

CONTRA-MEDIDAS

Se tomaron aquellas que se pensaba que **NO** iban a afectar a la

➤ Forma de vida

➤ Economía

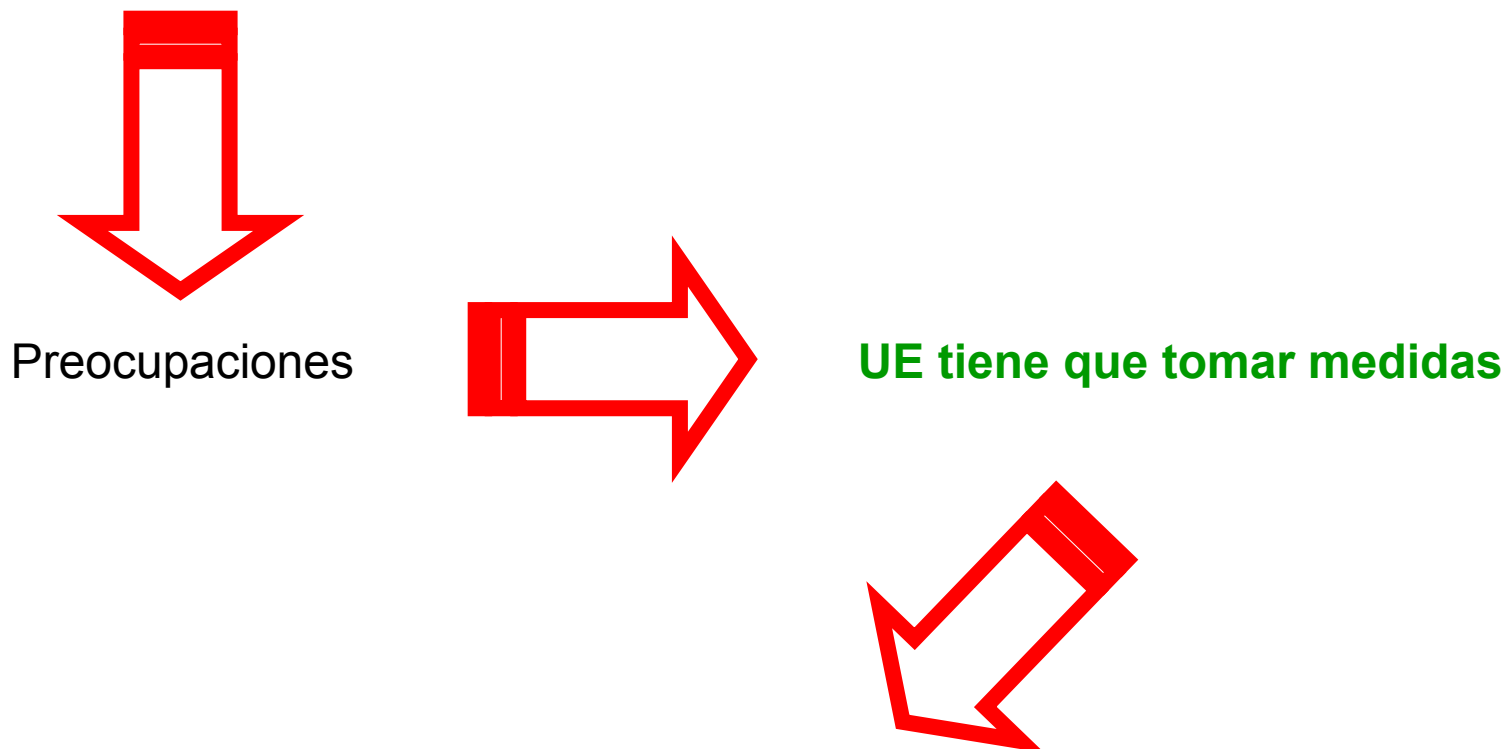
1. Lavar frutas y verduras antes de consumirlas
2. No beber agua de lluvia ni utilizarla para cocinar
3. Programas de vigilancia para las personas que regresaran de zonas potencialmente contaminadas

INCIDENCIAS NEGATIVAS → No consumir productos → Pérdidas económicas



DIVERGENCIA

La incidencia sobre INTERCAMBIOS INTERNACIONALES DE BIENES, en particular **PRODUCTOS ALIMENTICIOS** es un aspecto propio del accidente de Chernobil **ligado a su carácter transfronterizo**



ACTUACIONES COMUNITARIAS

ANTECEDENTES

Tratado constitutivo del EURATOM (Art. 2.b)

- Normas de seguridad
- Velar por su aplicación (Capítulo III, Título Segundo)

EL CONSEJO

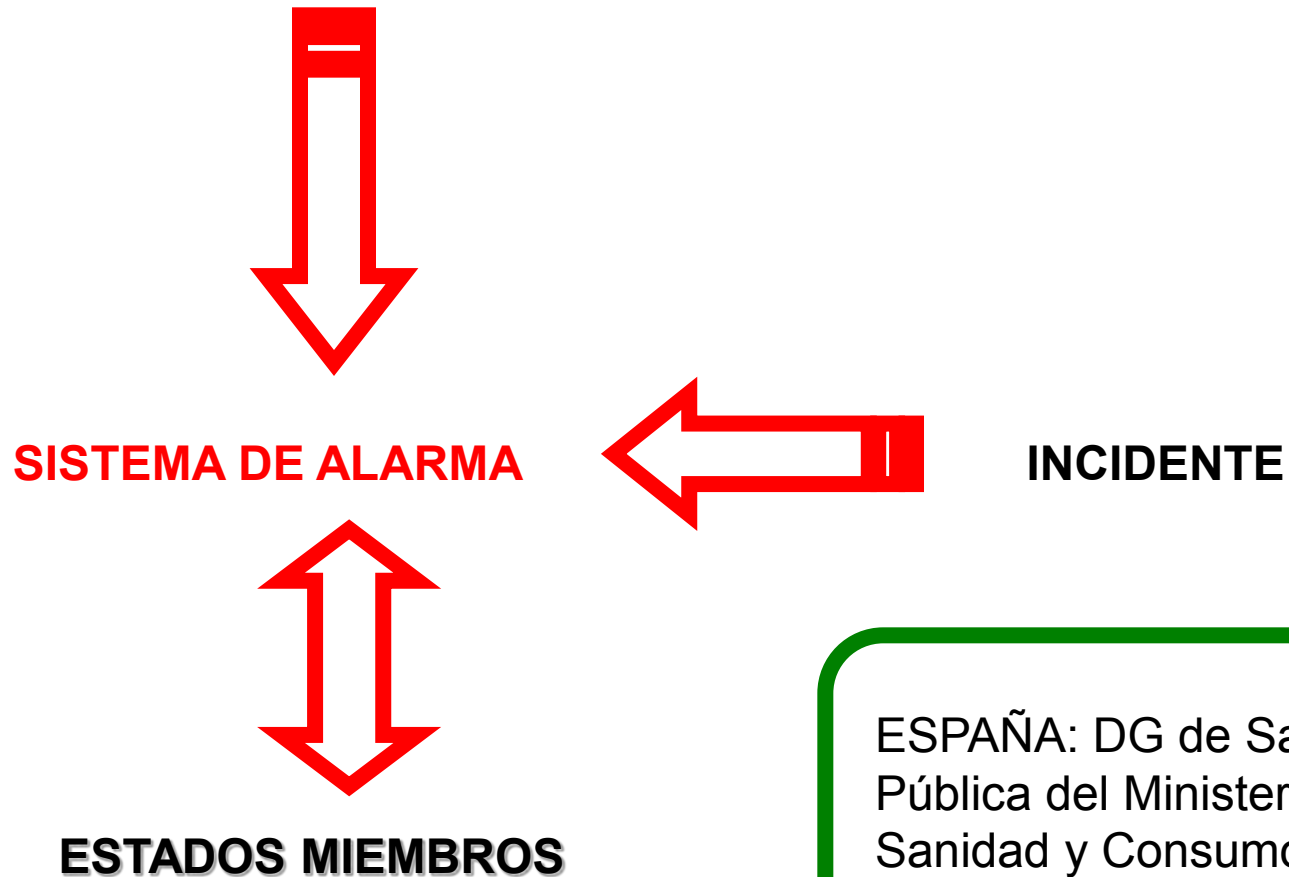
- ❑ 2-II-59: 1ª Directiva: Normas Básicas
- ❑ 15-VII-80: Modifica
- ❑ 3-IX-84: Art. 45
84/467/EURATOM: **EXIGE niveles de intervención en caso de accidente**

LA COMISIÓN

- ❑ Cumplir la legislación vigente
- ❑ Velar por el **buen funcionamiento del mercado común**

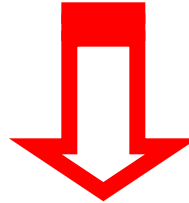
¿QUÉ PASA ANTE ESTA SITUACIÓN? SISTEMA ESTABLECIDO

DG III: Mercado Interior y Asuntos Industriales

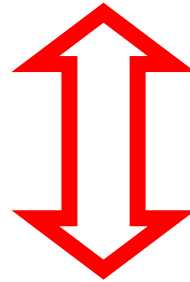


¿CÓMO SE REACCIONA?

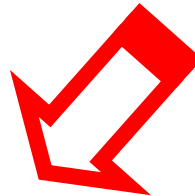
Lunes siguiente al 26 de abril



Se convoca una reunión de enlaces



iiii ¿¿¿ ALIMENTOS ???!!! Ya que no hay Reglamento



Análisis de las legislaciones → Redacción de un documento

MECANISMO PARA ESTABLECER REGLAMENTO CON PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN EN SITUACIONES DE EMERGENCIA NUCLEAR

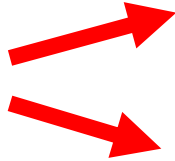
OBJETIVO

Introducción dentro de la Comunidad Europea PRODUCTOS AGRÍCOLAS con arreglo a acuerdos comunes que:

- + salvaguarden la salud**
- + preserven la unicidad del mercado**
- + Prevengan las desviaciones del tráfico del mismo.**

PROBLEMAS QUE SE PLANTEARON

Competencias



DG III: Mercado Interior y Asuntos Industriales

DG V: Empleo, Asuntos Sociales y Educación



Entre sus funciones: Protección Sanitaria (al amparo del Tratado de EURATOM) y la salud pública

Necesidad de crear un reglamento que contemplara el procedimiento de actuación en **esta situación concreta**



Reunión de expertos al amparo del artículo 31 de EURATOM para establecer Niveles de Referencia Derivados Generales a aplicar durante el 1er año y siguientes

DESARROLLO DE LAS NEGOCIACIONES

5 de mayo



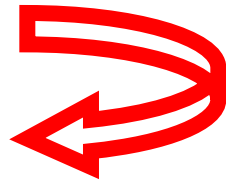
El grupo de expertos definió con criterios de protección radiológica → Niveles derivados de intervención

8 de mayo



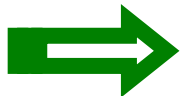
El Documento fue revisado por la Comisión, que dio a conocer su proyecto el 13 de mayo

18 de mayo



El Comité Científico Técnico del Consejo examina el documento enviado por la Comisión que

Comité Económico y Social, con criterios políticos (comercialización y convenios bilaterales) dio su Decisión para el Consejo del 22 de junio



EL CONSEJO: Propuesta de Reglamento (EURATOM) [COM (87) 281 final publicado en DOCE C 174 DE 2-VII-87

RESULTADOS

❑ **Reglamento (CEE) 1707/86 del Consejo → Hasta 31-09-86**

➤ **Límites**

✓ **370 Bq/Kg ó I → Cs137+Cs-134**

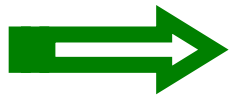
✓ **600 Bq/Kg ó I → Resto radionucléidos**

❑ **Reglamento (CEE) 1762/86 de la Comisión**

✓ **Amplía fecha aplicación 28-02-87**

❑ **Reglamento (CEE) 624/87 del Consejo**

✓ **Amplía fecha aplicación 31-10-87**



El carácter de todos ellos es su PROVISIONALIDAD

EL CONSEJO: Propuesta de Reglamentos (EURATOM):

✓ **COM (87) 281 final publicado en DOCE C 174 DE 2-07-87**

✓ **3954/87 de 22 de diciembre (DOCE L 371 de 30-12-87)**



POSICIÓN DE LOS EE.MM. DURANTE LAS DISCUSIONES

❑ 16 de febrero de 1987

- **Dinamarca, Holanda, Luxemburgo y Holanda** → **Modificación del Reglamento** → **Más restrictiva**
- **Alemania** → **Sin definir. Problemas internos**
- **Bélgica y Grecia** → **Dudosos**
- **Francia y Reino Unido** → **Modificación por ser la Norma muy severa**

❑ 5 de abril de 1987

- **Francia** → **Apoya criterios científicos del Reino Unido. No prologar situación transitoria. Piden reglamento de intervención en caso de accidente**

❑ 8 de mayo de 1987

- **Grupo de expertos** → **Documento para la CCE para discusión** → **Reglamento**

❑ 14 de mayo de 1987

- **Comité Económico y Social** → **Examina dossier** → **Dictamen por unanimidad**

POSICIÓN DE LOS EE.MM. DURANTE LAS DISCUSIONES.- 2

❑ 8 de noviembre de 1987

➤ Reunión del **Consejo de Ministros** Presidencia danesa → **NO ACUERDO**

✓ Aprobar (duración 1 o 2 años) un régimen similar para proteger a la población y permitir el mercado intracomunitario

✓ Establecer un Reglamento

❖ **POSICIÓN EE.MM. Frente a la primera propuesta**

➤ **Francia:** Ok si previamente se aceptaban las normas de radiactividad tolerable → crisis por accidente nuclear

➤ **Reino Unido, España y Francia:** Criterios más flexibles → ¡Alimentos!

➤ **Alemania Federal (presión “Verdes”) Holanda y Luxemburgo:** Criterios más estrictos

➤ **Grecia:** ¿600.000 Tm de trigo?

DECISIÓN DEL CONSEJO DE 14-12-87 87/600/EURATOM DOCE L371 30-12-87

ESTADO MIEMBRO → Comisión y Estado Miembro afectado

Naturaleza, momento y lugar

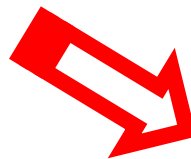
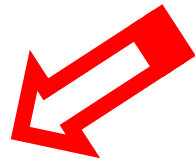
Causa y evolución

Características término fuente

Condiciones meteorológicas e hidrológicas

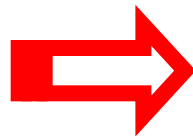
Resultados del control

Comportamiento posterior



COMISIÓN

Remite a autoridades
competentes EE. MM.



Procedimientos
para informar →
PUNTO DE
CONTACTO

SITUACIÓN ACTUAL DE CHERNOBIL

- ❑ Vida media sarcófago de acero y hormigón 20-30 años → han pasado 26 años
- ❑ En su interior 190 Tm de combustible y polvo radiactivo
- ❑ El sarcófago presenta fisuras: lluvia, nieve, lixiviación
- ❑ Comunidad Internacional financia proyecto de arreglarlo → 1.000 M€ 1.500 personas

ÚLTIMA HORA

❑ 10 de febrero 2013

- ❑ Desplome de una de las paredes y parte del tejado del sarcófago que afecta en una sala no operativa antes de 1986
- ❑ Visita del Ministro Ucraniano de Medio Ambiente y Recursos Naturales: No situación de emergencia nuclear