

# **El accidente en la central nuclear Fukushima. Consecuencias radiológicas y gestión de la emergencia**

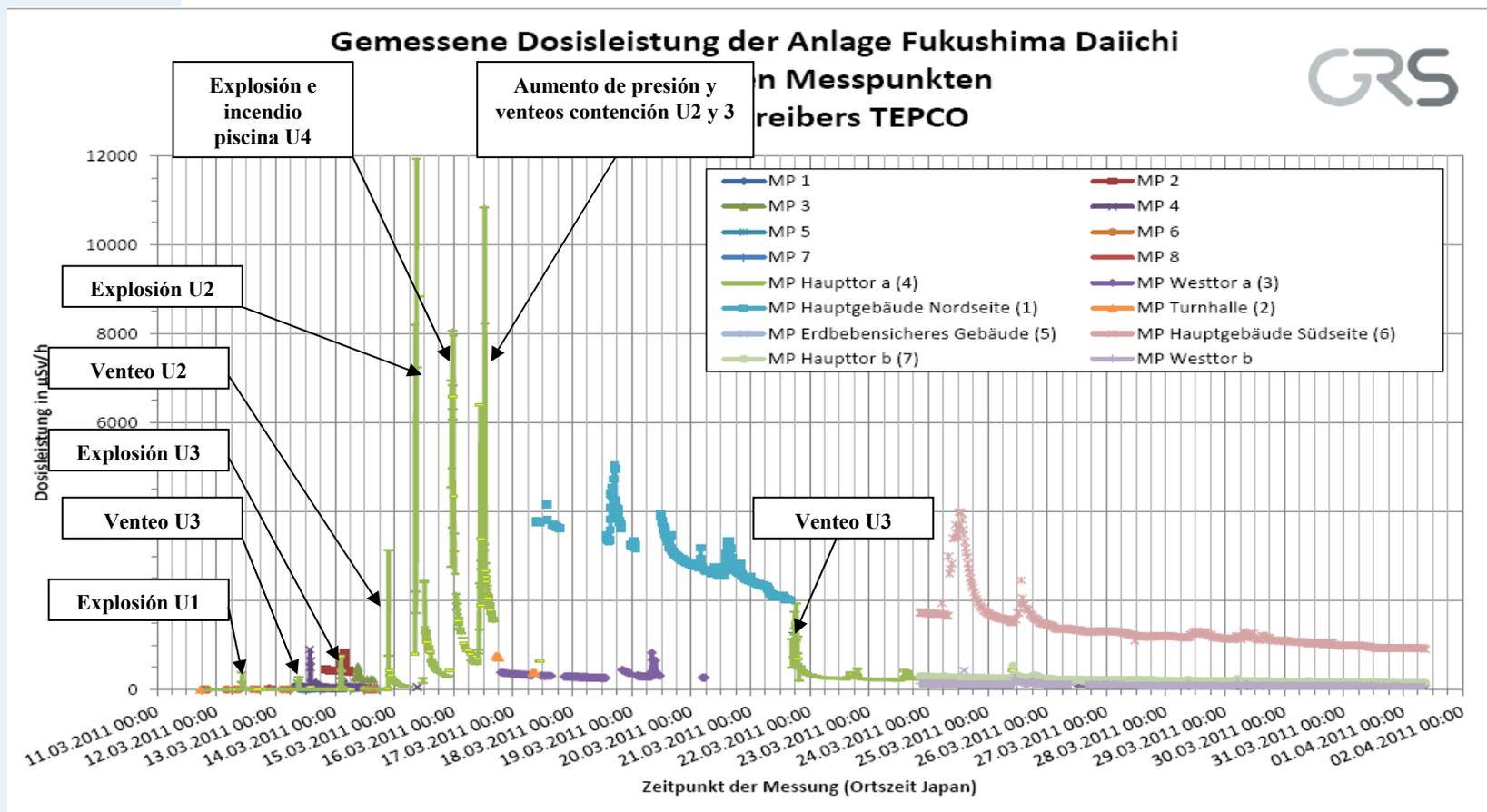
*12 de mayo de 2011*



## INDICE DE CONTENIDOS

- Emisiones radiactivas
- Efectos y situación radiológica en el emplazamiento
- Situación radiológica en el exterior de la instalación
- Plan emergencia: Acciones de protección al público
- Comparación con anteriores accidentes
- Impacto social y económico
- Resumen y conclusiones

# EMISIONES RADIATIVAS vs. Tiempo



# EMISIONES RADIATIVAS

## Término Fuente

- Implicados al menos 3 reactores y 4 piscinas de combustible
- No hay medidas directas de descargas. Gran incertidumbre estimaciones
- Estimación NISA/NSC para clasificación INES-7 (conjunto reactores)

	Descarga estimada Fukushima U1, U2 y U3		Chernobill (Bq)
	NISA (Bq)	NSC (Bq)	
I-131 ... <b>(a)</b>	$1.3 \times 10^{17}$	$1.5 \times 10^{17}$	$1.8 \times 10^{18}$
Cs-137	$6.1 \times 10^{15}$	$1.2 \times 10^{16}$	$8.5 \times 10^{16}$
I-131 equivalente (Cs-137) ... <b>(b)</b>	$2.4 \times 10^{17}$	$4.8 \times 10^{17}$	$3.4 \times 10^{18}$
Total I-131 ... <b>(a+b)</b>	<b><math>3.7 \times 10^{17}</math></b>	<b><math>6.3 \times 10^{17}</math></b>	<b><math>5.2 \times 10^{18}</math></b>

- Estimación TEPCO vertidos al mar:  **$4.7 \times 10^{15}$**  Bq (I-131, Cs-134, Cs-137)

- N° personas en emplazamiento: unos 800 primeros días, unas 50 en momentos más difíciles. Unos 400 en la actualidad
- En general, condiciones de trabajo extraordinariamente difíciles: escombros, obstáculos, inestabilidad muros y estructuras... y **condiciones radiológicas muy complicadas**
- Daños personales directos:
  - 2 trabajadores desaparecidos durante terremoto/tsunami. Encontrados muertos
  - Algunos trabajadores heridos por explosiones (la mayoría reincorporados)
  - Trabajadores contaminados (líquidos turbinas). 3 atendidos en hospitales

- Condiciones radiológicas extraordinariamente difíciles:
  - T.D. en zonas 400 mSv/h, contaminación ambiental, líquidos muy contaminados
  - Pulverizando material inmovilizante en áreas emplazamiento (resinas)
- Control radiológico de los trabajadores estricto
  - Límite dosis trabajadores: incrementado de 100 mSv a 250 mSv
  - **No excedido en ningún caso.**
    - 29 trabajadores > 100 mSv dosis externa
    - Controles contaminación interna
    - Resultados dosis personales interna + externa:

Nº TRABAJADORES	DOSIS EFECTIVA (INTERNA + EXTERNA) mSv
11	100 - 150
8	150 - 200
2	200 - 250

- Efectos emisiones gases:
  - Vientos dominantes hacia el mar ( $\Rightarrow$  menor efecto en zonas habitadas), salvo algunos días (16 y 17) coincidiendo con emisiones importantes **hacia NW**
  - Días vientos hacia SW favorecieron dispersión hacia área de Tokio
- Niveles de radiación típicos durante el accidente:

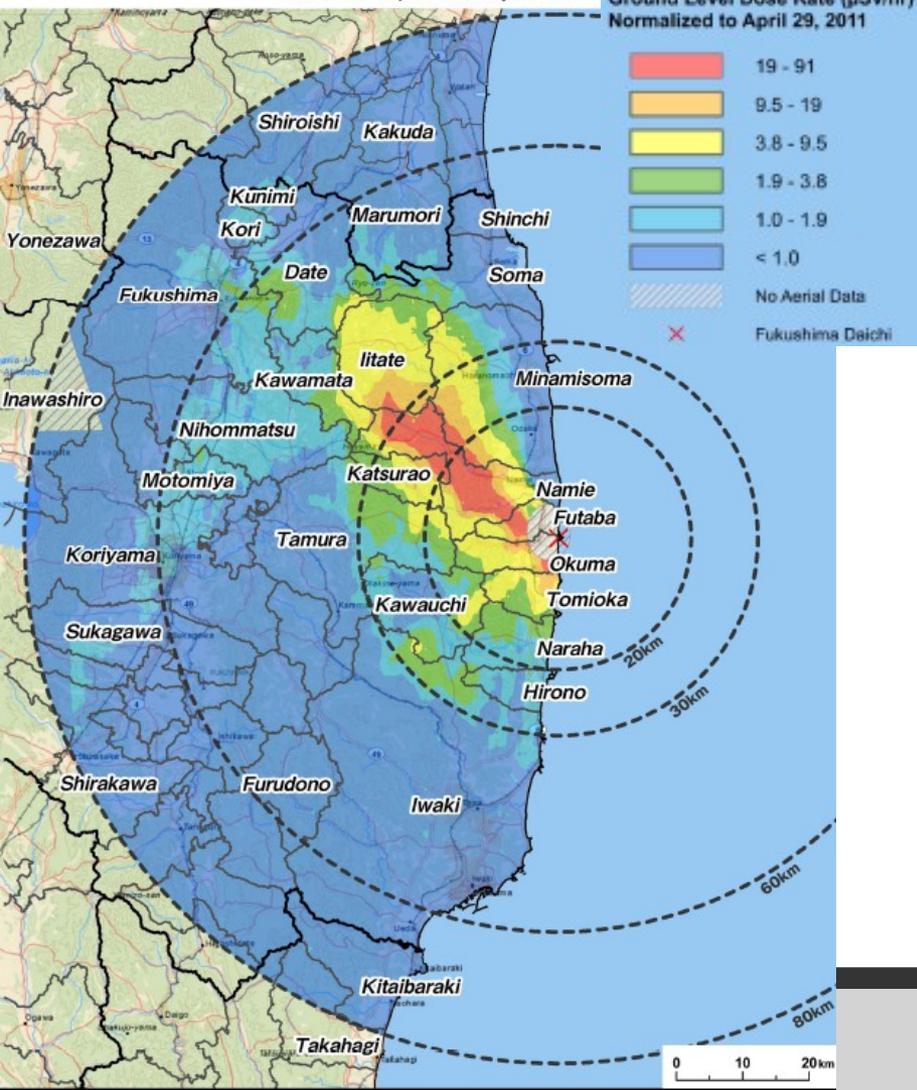
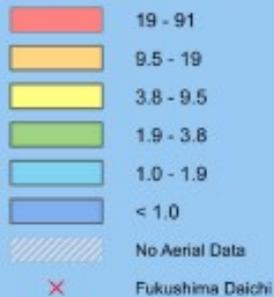
Sector	Máximo ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Actual ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Observaciones
20 Km.	50	< 5	Casos puntuales NW (x10)
30 – 40 Km.	20	< 2	Casos puntuales NW (Litate, x10)
Fukushima, 60 Km.	8	2	
Ibaraki, 120 Km.	0,5	0,12	
Tokio, 250 Km.	0,15	0,07	

- Deposición de productos radiactivos en suelo:
  - Valores por encima límites en zonas evacuadas y confinadas y NW (Litate)
  - En Ibaraki superaron puntualmente (días 17 y 18) límites reglamentarios. En Tokio esos días estuvieron muy cercanos al límite
  - En los días siguientes han descendido mucho, valores actuales bajos (unas 100 veces por debajo límites)
- En general situación radiológica exterior tiende a mejorar (por disminución vertidos de gases)
- Impacto radiológico predominante: inicialmente I-131, aunque cantidades significativas de deposición de Cs-137, que pueden condicionar futuro en algunas zonas

## Aerial Measuring Results

Joint US / Japan Survey Data

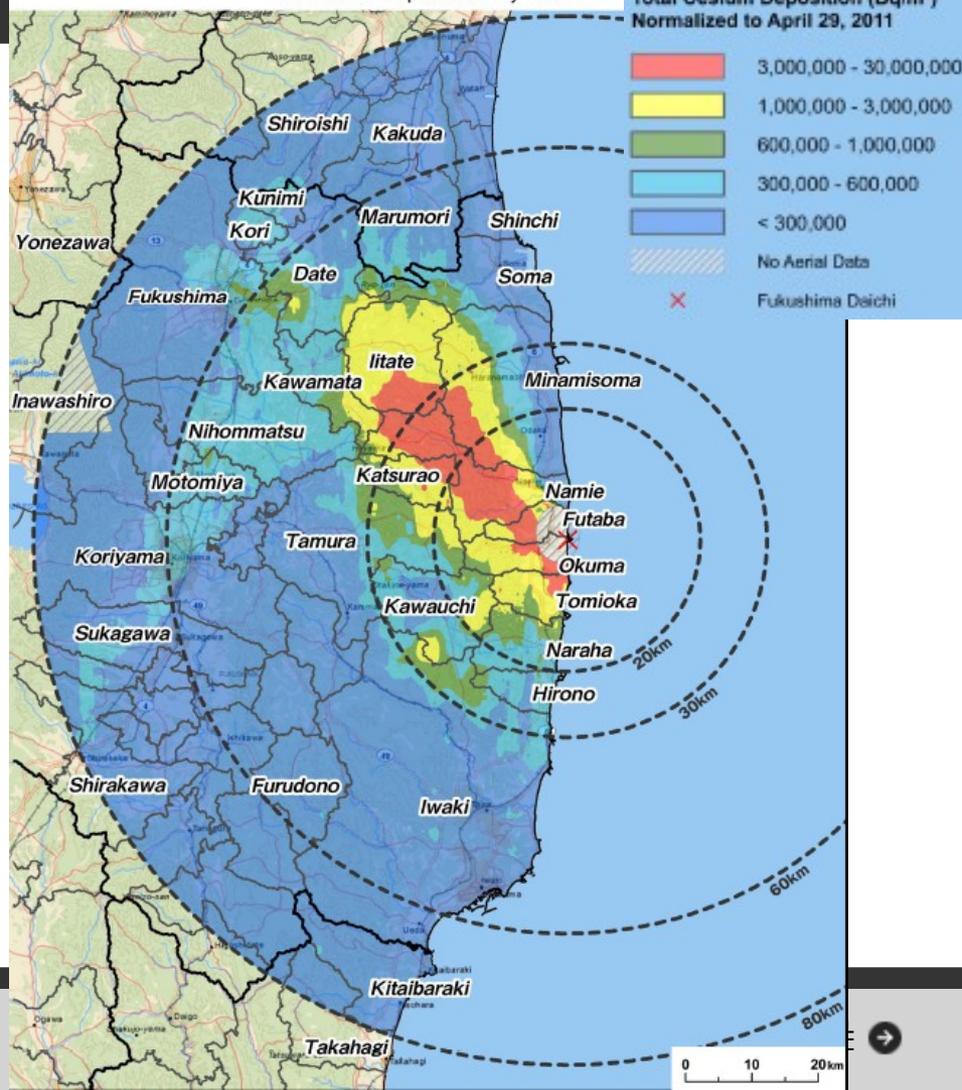
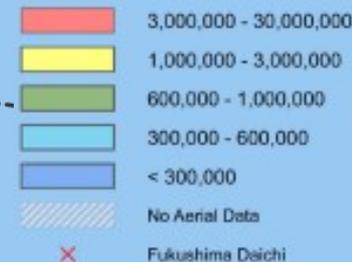
Ground Level Dose Rate ( $\mu\text{Sv/hr}$ )  
Normalized to April 29, 2011



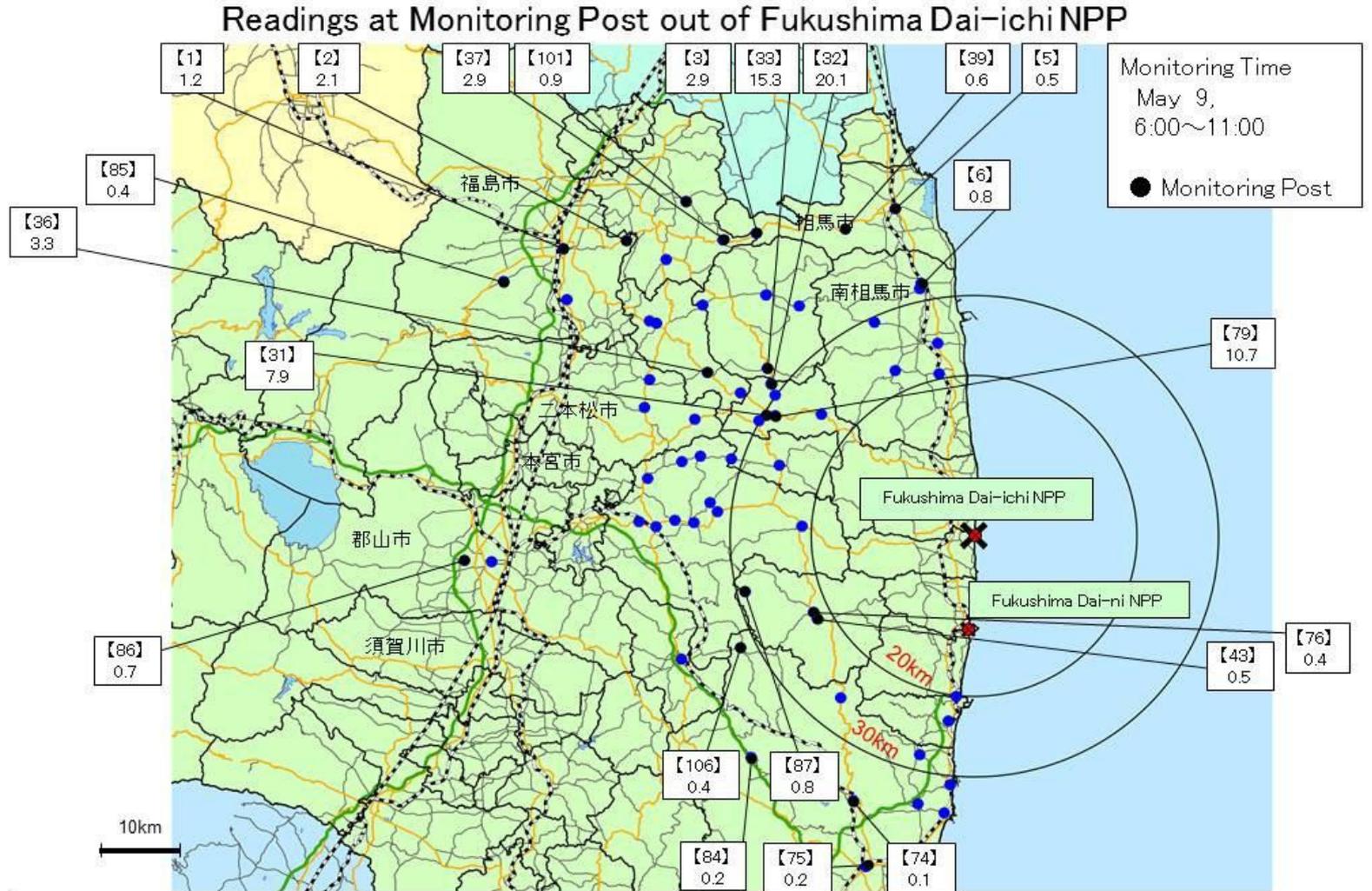
## Aerial Measuring Results

Joint US / Japan Survey Data

Total Cesium Deposition ( $\text{Bq/m}^2$ )  
Normalized to April 29, 2011



# Situación radiológica en exterior de la instalación (cont.)



Unit:  $\mu\text{Sv per hour}$

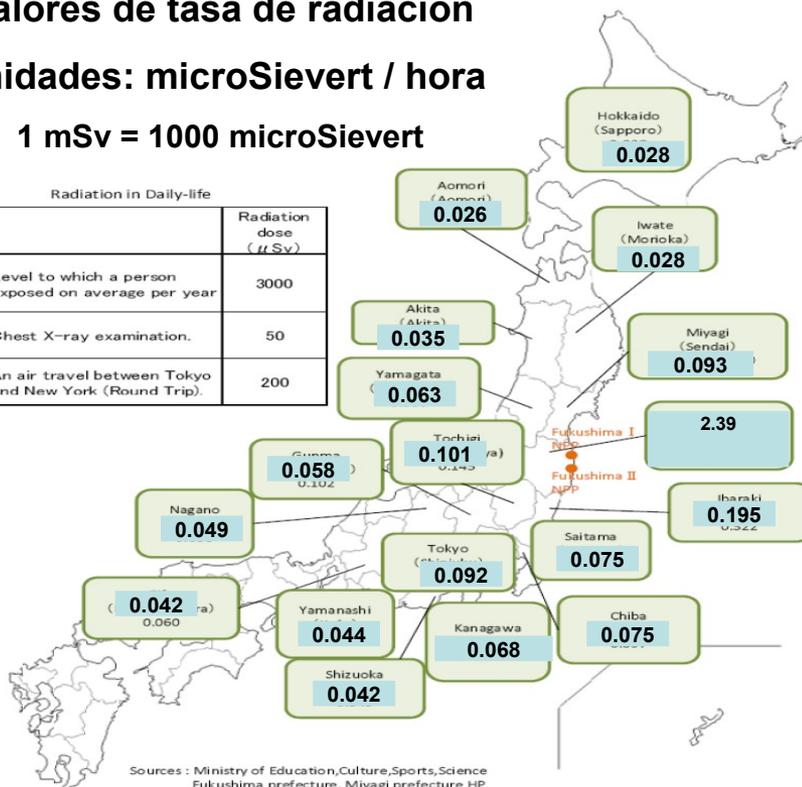
Circles indicate approximate range.

## Valores de tasa de radiación

Unidades: microSievert / hora

1 mSv = 1000 microSievert

Radiation in Daily-life	
	Radiation dose ( $\mu\text{Sv}$ )
Level to which a person exposed on average per year	3000
Chest X-ray examination.	50
An air travel between Tokyo and New York (Round Trip).	200



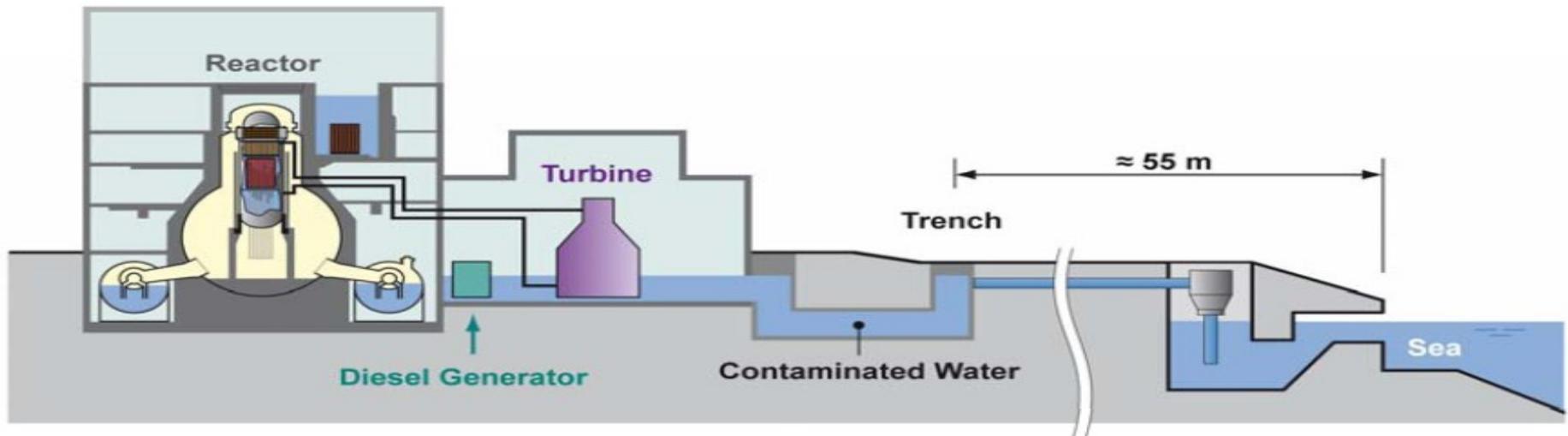
Valores a día 4.04

**Nota:**  
Fondo radiactivo normal  
Japón: aprox. 0,02÷0,05  $\mu\text{Sv/h}$   
España (Madrid): aprox. 0,12  $\mu\text{Sv/h}$

- Efectos emisiones líquidas:
  - Descargas de miles de m<sup>3</sup> de agua altamente contaminada
  - Afecta a medio marino, en un entorno de decenas de Km. del emplazamiento y sobre todo cerca de la superficie
  - Valores detectados en algún punto próximo a costa muy altos, del orden de: 10<sup>7</sup> Bq/m<sup>3</sup>
  - Valores últimamente vienen siendo algo menores: dilución en gran masa de agua y sedimentación partículas
  - Estrategia en curso para prevenir emisiones líquidas: barreras múltiples y diversas

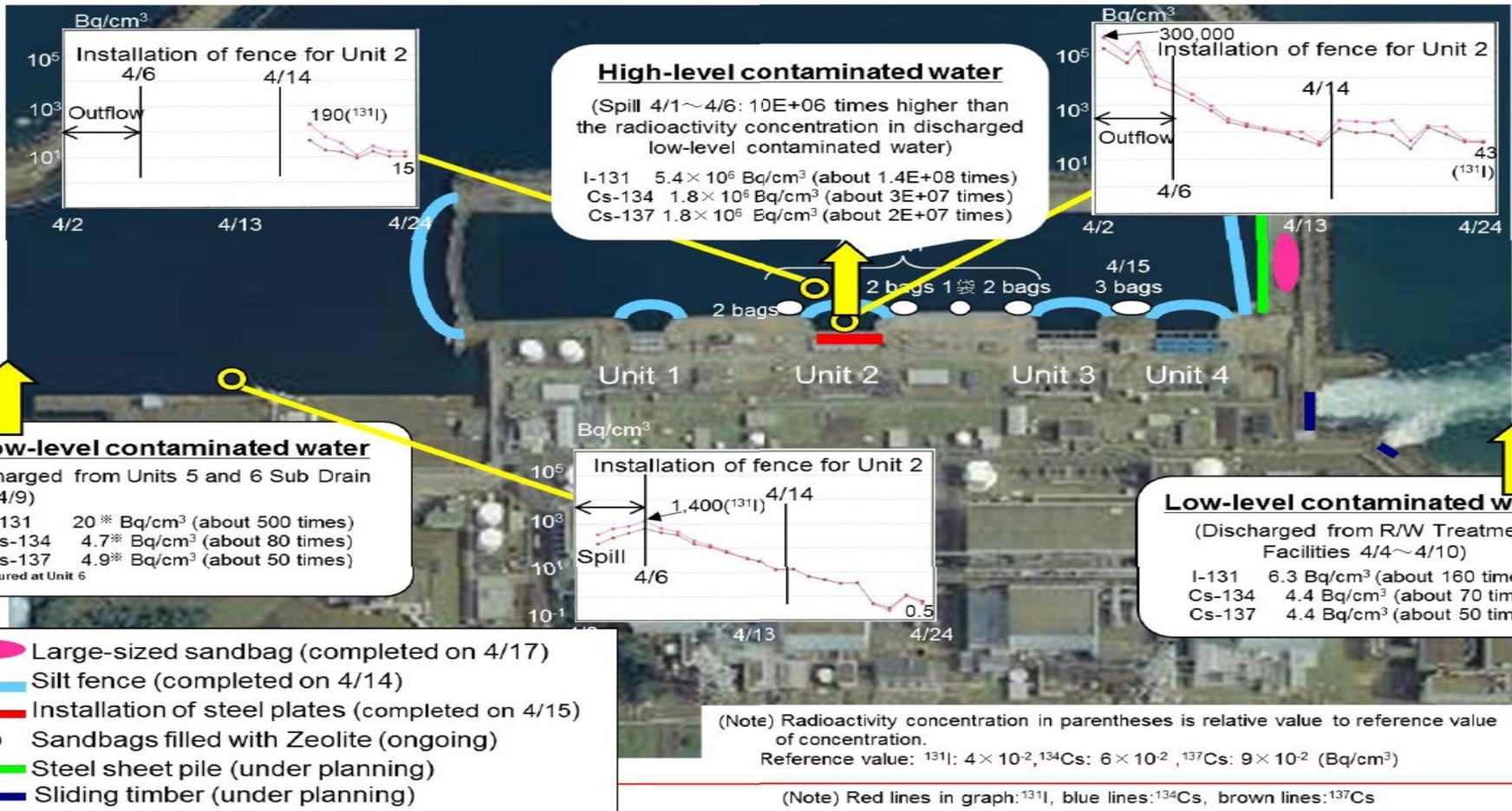
## Flooded Trenches for Piping and Cabling

**VGB**  
POWERTECH



- ▶ Each unit has an underground trench for piping and cabling that runs from the basement of the turbine building.
- ▶ These trenches were separately found to be flooded.
- ▶ Direct results of the tsunami that overwhelmed the power plant.

## Measures for preventing spread of the liquid including radioactive materials

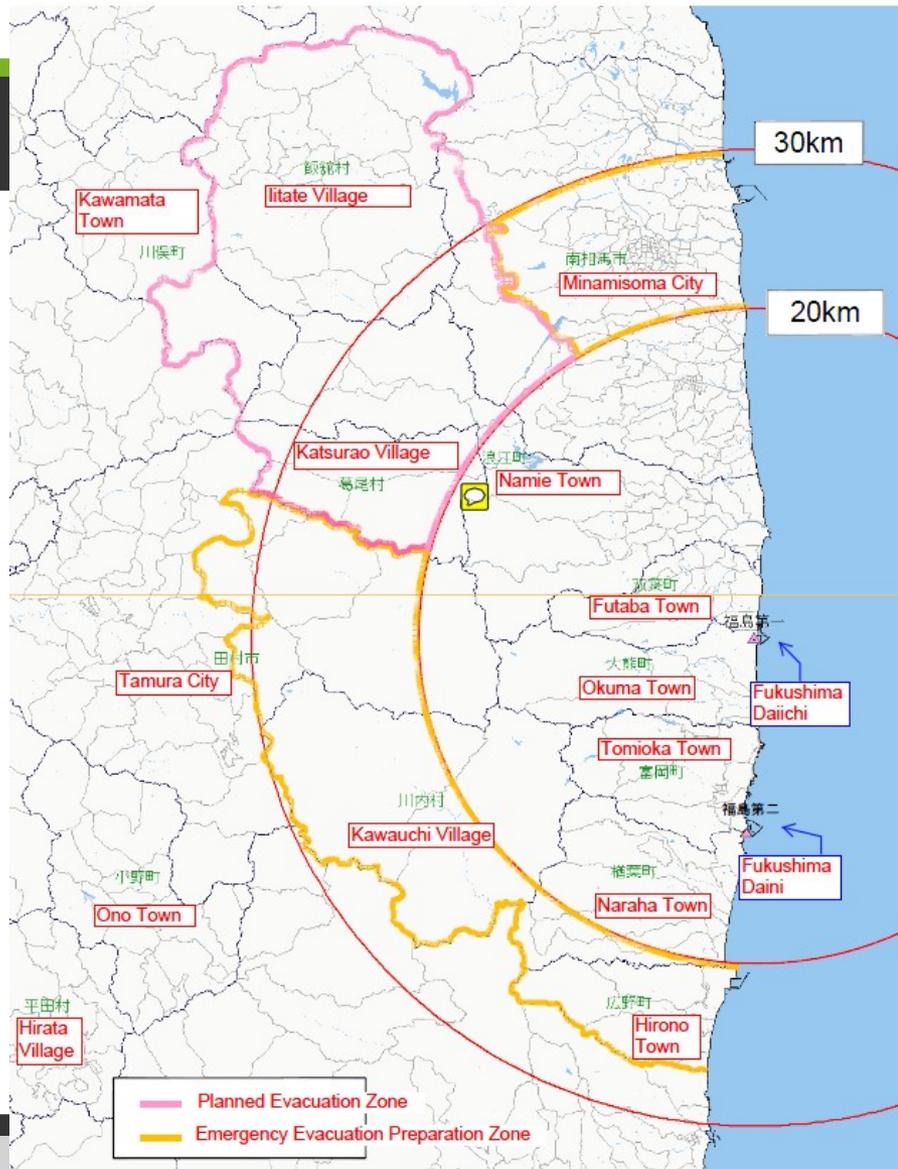


- Evacuación población (temprana - preventiva):
  - 11/03. Se decidió medidas evacuación preventiva (3 Km.)
  - 12/03. Se amplió zona evacuación preventiva hasta 20 Km.
  - Unas 220.000 personas evacuadas. Día 12 se evacuaron 140.000 y resto hasta día 14. Conducidas a refugios
- 15/03. Se decide ampliar medidas: confinamiento entre 20 y 30 Km.
- Profilaxis yodo (no queda claro cuándo se inició, probablemente 14/03).
- Controles radiológicos personales:
  - Día 13 se inician chequeos radiológicos de evacuados. Hasta hoy, más de 175.000 (en 102 contaminación ropa o piel, que se eliminó de forma sencilla)
  - Chequeos tiroides niños unos (1.000) en zonas particularmente afectadas.

## Ampliación planificada de medidas de protección:

- Ampliar evacuación a cuatro poblaciones situadas > 20 Km. (NW)  
Estimaciones dosis acumuladas por contaminación suelos superiores a 20 mSv/año (criterios ICRP)
- Población entre 20-30 Km.
  - Mantener confinamiento y tener preparada la evacuación en función de situación de plantas (no controladas). **Área de evacuación preparada**
  - Avisos a población. Recomendar evacuación voluntaria: niños, mujeres embarazadas, pacientes no deben entrar al área. Resto deben estar siempre preparados para evacuar
- Futuro. Mantener vigilancia permanente hasta que plantas estén controladas (hoja de ruta de TEPCO)

# Zonas de protección de emergencia



- Amplio programa de vigilancia y muestreo ambiental.
  - Medidas de tasa de dosis y contaminación ambiental, deposición de contaminación en suelos en múltiples puntos.
  - Control radiológico del medio marino, en un radio de 30 Km.
  - Programas han ido mejorando y ampliándose. Colaboración US-DOE y OIEA
- Control radiológico de alimentos producidos en zonas afectadas. Algunas partidas inmovilizadas: 237 muestras de 2746 exceden criterios restricción: Fukushima, Ibaraki, Tochigi, Chiba
- Control radiológico agua de bebida. Algunas restricciones en puntos cuatro prefecturas. Actualmente (en exterior zonas evacuadas), sólo restricciones agua en Litate-mura para niños **(levantada el 10/05)**
- Decisión uso de escuelas y áreas exteriores en prefectura Fukushima. Basada en criterio de 20 mSv/año  3,8 µSv/h. **No restricciones – Rec.**

- Estrategia de recuperación. Hoja ruta de recuperación TEPCO-Autoridades.  
Una vez conseguido el control total de la situación de la planta (9 meses) deberán afrontarse:
  - Medidas para retorno o realojamiento de personal evacuado
  - Gestión de zonas y tierras contaminadas
- Recuperación será complicada y larga
- Gestión emplazamiento será enormemente compleja

- Clasificación escala INES por Japón:
  - Inicial: Nivel 4
  - Revisada a Nivel 5
  - Revisión actual: **Nivel 7** (provisional) “**Accidente grave**” por liberaciones conjuntas U1, U2 y U3.  
*Criterio: “emisiones de radiactividad equivalente a más de varias decenas de miles de terabecquerelios de I-131”*
- Chernobyl fue un Nivel 7 (máximo de la escala).  
Harrisburg fue un 5

- **Diferencias respecto a Chernóbil:**
  - Emisiones inferiores (podrían ser unas 10 veces menores, estimaciones provisionales)
  - **Evacuación pronta (preventiva).** No es previsible efectos en salud del público. **En Chernóbil evacuación tardía,** hubo dosis apreciables a población
  - Actuantes emergencia sometidos a **controles radiológicos estrictos.** Se descarta posibilidad de efectos agudos de la radiación en actuantes. En Chernóbil hubo trabajadores de emergencias con efectos graves salud y cientos de miles liquidadores

- Accidente grave causado por suceso natural extremo, contra el que la planta no estaba diseñada y sin posibilidad de ayuda exterior a corto plazo
- Gestión de accidente en emplazamiento en circunstancias enormemente complejas
- Estabilización llevará tiempo (9 meses). Además, réplicas sísmicas
- Emergencia exterior parece, en general, **bien gestionada**
- Previsibles enormes costes de recuperación
- Consecuencias económicas y para el sector energético nuclear muy importantes

- Punto de contacto nacional Convención Pronta Notificación Accidentes Nucleares de OIEA
- Seguimiento técnico de situación
  - Situación en Japón. Información oficial ENAC y ECURIE
  - Control radiológico viajeros procedentes de Japón. Protocolo MSPSI-CSN
  - Seguimiento medio ambiente, importaciones alimentos y materiales...
  - Situación instalaciones en España. Medidas a corto y medio plazo
- Asesoramiento al Gobierno: Comisión seguimiento del Gobierno / Embajada en Japón: recomendaciones a residentes españoles y posibles viajeros
- Información a público

