

Bases científiques per protecció radiològica avui

Elisabeth Cardis i Manolis Kogevinas

Centre de Recerca en Epidemiologia Ambiental (CREAL)



centre for research
in environmental
epidemiology

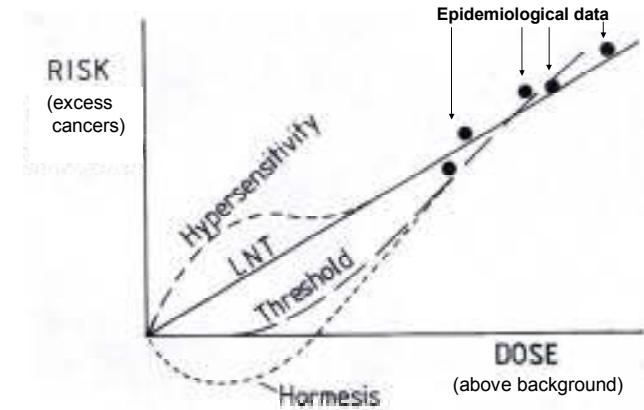
Bases científiques per protecció radiològica avui

- Gran quantitat d'informació en efectes per la salut (càncer, cataractes, efectes hereditaris) de:
 - Epidemiologia
 - ✓ Sobrevivents bomba atòmica
 - ✓ Pacients irradiats per tractaments terapèutics
 - ✓ Poblacions amb exposicions laborals (miners)
 - ✓ Poblacions amb exposicions ambientals (Radon, ^{131}I)
 - Experiments amb animals
 - Estudis mecanístics



centre for research
in environmental
epidemiology

Situació actual



- Encara hi han preguntes en relació a la protecció a la radiació

- Càncer

- ✓ Efectes de dosis baixes i dosificació
- ✓ Efectes de diferent tipus de radiació i de barreges
- ✓ Extrapolacions a través del temps i a través de països
- ✓ Efectes de factors que poden modificar riscos (edat, sexe, exposicions ambientals, factors propis, incloent polimorfismes genètics, deficiència en iode)

- Altres efectes

- ✓ Efectes cardiovasculars de dosis baixes i dosificació
- ✓ Efectes cognitius



centre for research
in environmental
epidemiology

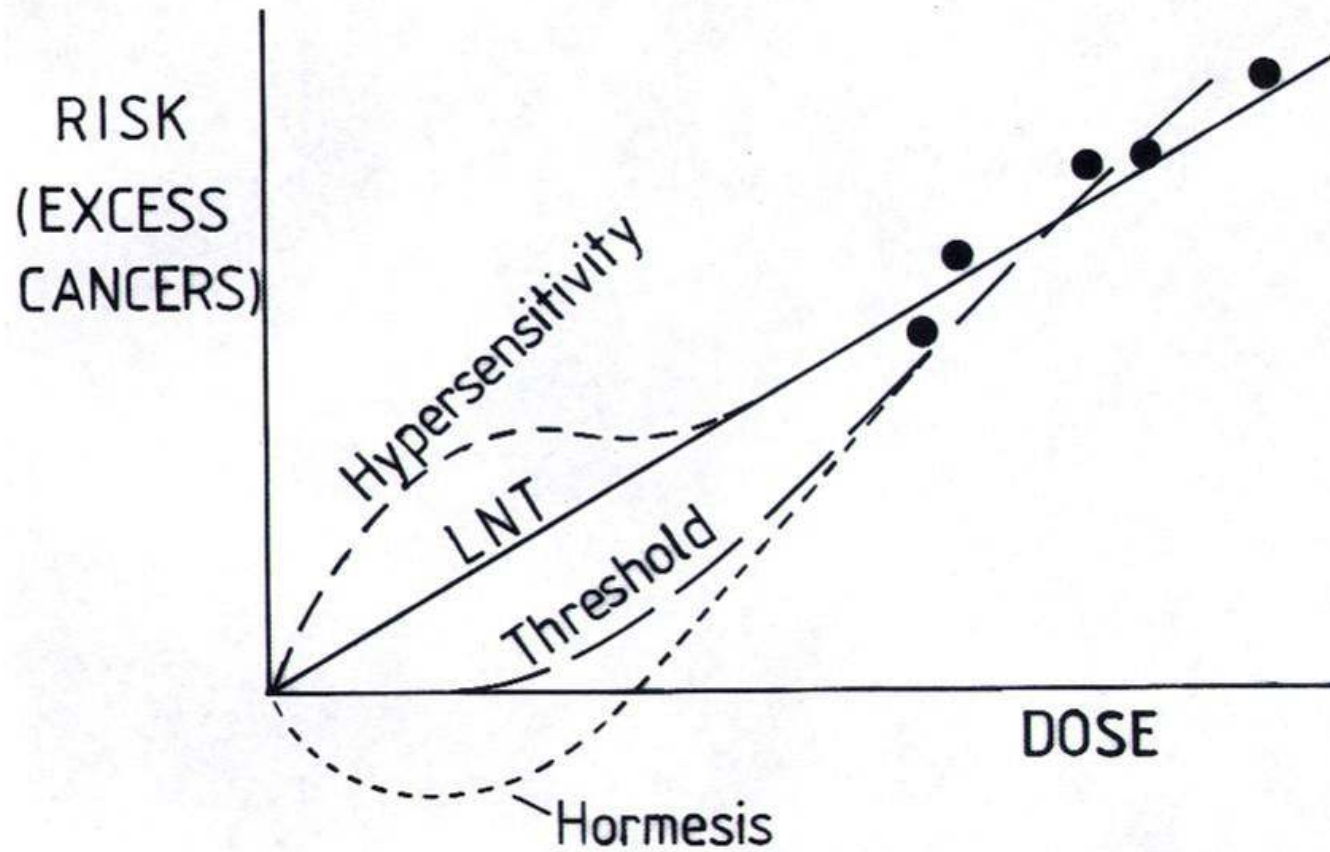
Societal low-dose radiation exposures

	Approximate mean individual dose, mSv
Some societally relevant exposures	
Round-trip flight, New York to London	0.1
Single screening mammogram (breast dose)	3
Background dose due to natural radiation exposure	2/yr
Dose (over a 70-year period) to 0.5 million individuals in rural Ukraine in the vicinity of the Chernobyl accident	14
Dose range over 20-block radius from hypothetical nuclear terrorism incident	3-30
Pediatric CT scan (stomach dose, abdominal scan)	25
Radiation worker exposure limit	20/ yr
Exposure on international space station	170/yr
Some low-dose epidemiological studies	
A-bomb survivors [mean dose in LSS cohort]	200
Medical therapeutic x-rays [breast dose in scoliosis study]	100
Nuclear workers [mean dose from major studies]	20



centre for research
in environmental
epidemiology

Low-dose controversy





centre for research
in environmental
epidemiology

Llavors com podem avaluar el risc per protecció radiològica ?

- Basada en informació biològica i epidemiològica existent aplicant models

...



centre for research
in environmental
epidemiology

Però grups diferents aconseguixen conclusions diferents ...

Com extrapolar riscos de radiació coneguts d'epidemiologia a dosis baixes ?



BEIR VII

“Una revisió exhaustiva de dades biològiques i biofísiques disponibles va portar al comitè a concloure que el risc continuaria en un model lineal de dosis baixes sense tope i que la dosis més petita té el potencial per causar un petit increment en risc a humans”



“En dosis baixes i dosificacions baixes de radiació ionitzant, l'efecte pro-apoptòtic domina i les cèl.lules danyades, encara que siguin unes poques, poden ser eliminades i controlades”



centre for research
in environmental
epidemiology

Com avaluar el risc per protecció radiològica ?

- Basada en informació biològica i epidemiològica existent aplicant models

0

- Basada en observacions epidemiològiques directes en humans



centre for research
in environmental
epidemiology

The 15 Country Study (IARC)



- Objectives

- Direct estimation of the effect of low dose, protracted exposures to external photon (γ -) radiation
- Comparison with A-bomb estimates

- Approach

- International collaborative study
- Retrospective cohort design
- Follow-up of mortality
- Much effort to assess and ensure comparability
 - ✓ Common core protocol
 - ✓ Studies of errors in doses



Main results

	15-Country Study		Atomic bomb survivors men exposed 20-60	
	N	ERR/Sv (95% CI)	N	ERR/Sv (95% CI)
All cancers excluding leukemia	5024	0.97 (0.14-1.97)		
Solid cancers	4770	0.87 (0.03-1.88)	3259	0.32 (0.01, 0.50)
Leukemia excluding CLL				
Linear model	196	1.93 (<0, 8.47)	83	3.15 (1.58, 5.67)
Linear quadratic model				1.54 (-1.14, 5.33)



centre for research
in environmental
epidemiology

Observació epidemiològica directa

- La epidemiologia es inapreciable per protecció a la radiació
 - Observació directa en efectes en la salut de rellevància en poblacions que volem protegir
- Però necessitem estudis acurats: epidemiologia subjecte a
 - Biaixos
 - Errors
 - Baixa potència per estudiar petits efectes



centre for research
in environmental
epidemiology

Estudis d'exposició a dosis baixes prolongades

- Grans estudis recents (treballadors de centrals nuclears, riu Techa, liquidadors de Chernobyl – cents de mils de subjectes) no obstant suggereixen existència de un petit risc a dosis baixes
 - Les estimacions de risc generalment una mica més altes que les extrapolacions linears dels supervivents de la bomba atòmica
 - Les estimacions de risc estadísticament compatibles amb extrapolacions dels supervivents de la bomba atòmica
- La majoria dels estudis al voltant de centrals nuclears generalment no mostren increments
 - Dosis molt baixes
 - Poblacions relativament petites



centre for research
in environmental
epidemiology



Estudio Epidemiológico sobre el posible impacto radiológico de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo sobre la salud de las personas

Metodología y resultados

Instituto de Salud Carlos III. Madrid

31 de mayo de 2010

Área de Epidemiología Ambiental y Cáncer
Centro Nacional de Epidemiología



centre for research
in environmental
epidemiology

Metodología del estudio de mortalidad

- **Mortalidad por cáncer en municipios situados en la proximidad de las 7 centrales nucleares en funcionamiento entre 1975 y 2003 (10 reactores) y de 5 instalaciones del ciclo del combustible en funcionamiento en el mismo período**
- **Estudio ecológico de cohortes retrospectivo cuya base la constituyen las poblaciones de los municipios próximos a las instalaciones nucleares consideradas**
- **Se define como área expuesta municipios en un radio de 30 km de cada instalación y para la que se dispone de estimaciones de dosis derivadas de los efluente**
- **Y área de referencia a los municipios seleccionados, situados en el sector circular entre 50 y 100 km**



centre for research
in environmental
epidemiology

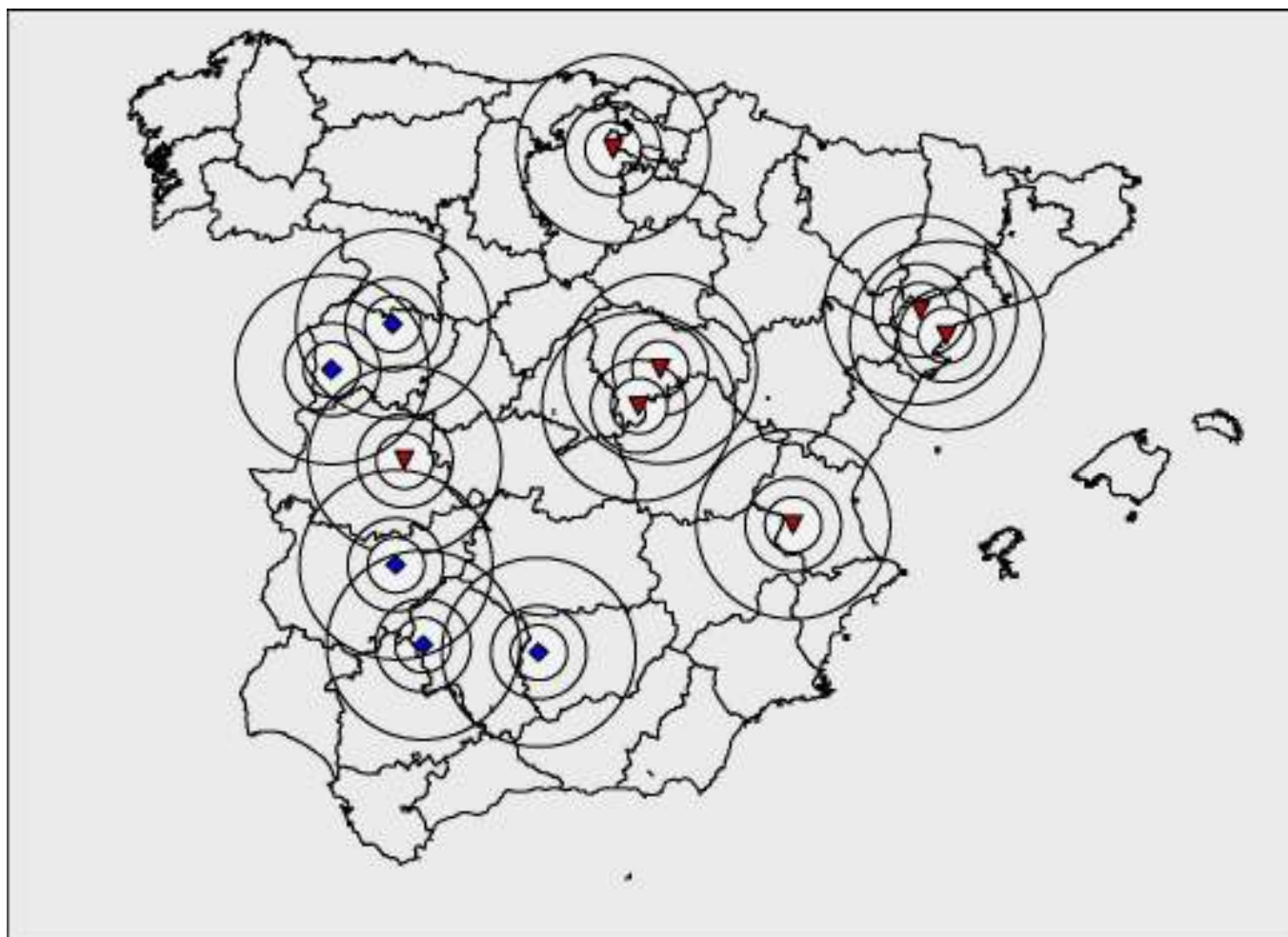
Ubicación de las instalaciones



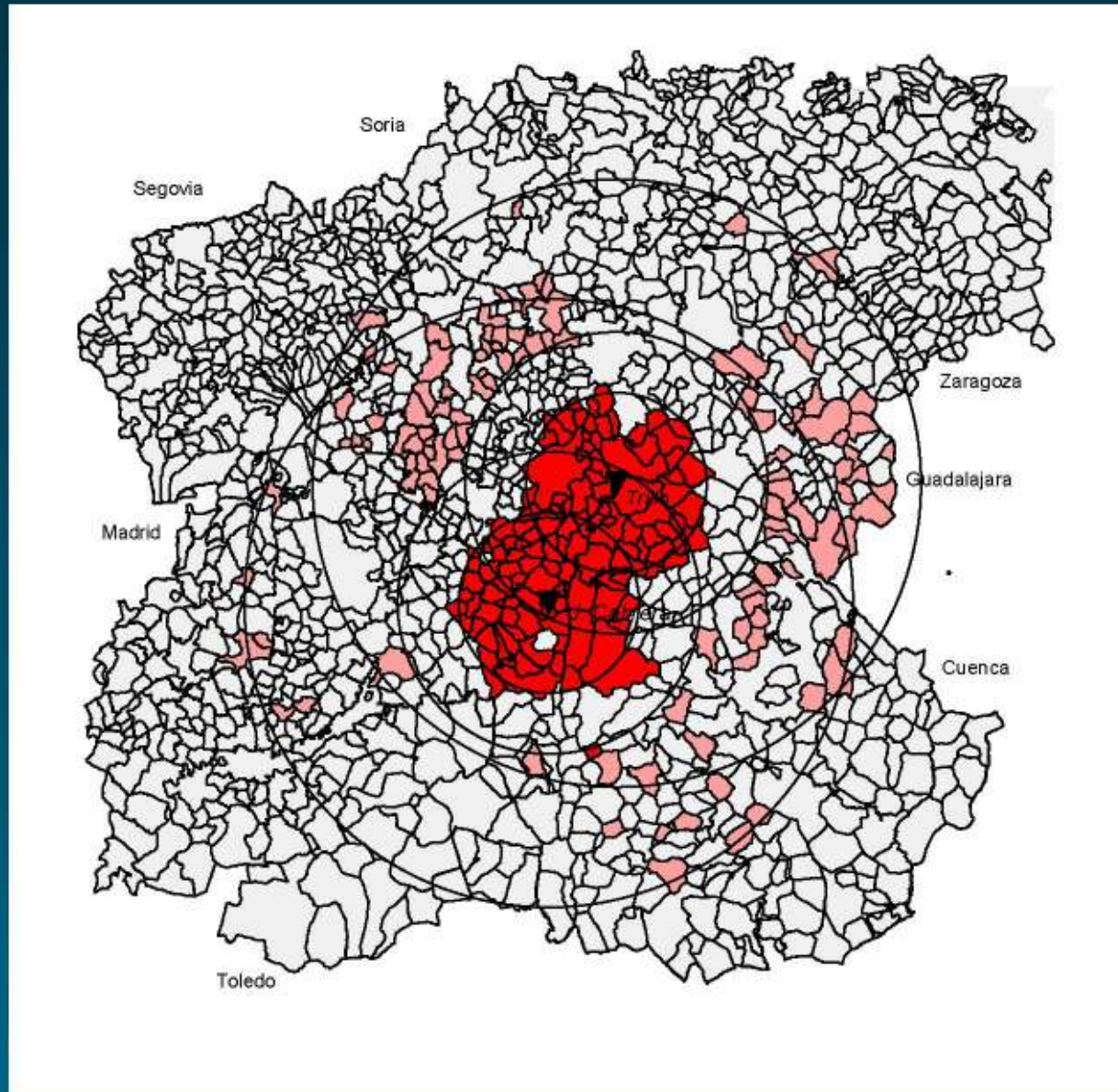


centre for research
in environmental
epidemiology

Centrales nucleares e instalaciones del ciclo del combustible en España. Areas de estudio con 30 km de radio y áreas de referencia (sectores circulares entre 50 y 100 km.)



Municipios seleccionados para Trillo y J. Cabrera
Radios de 30, 50 y 100 kilómetros.





centre for research
in environmental
epidemiology

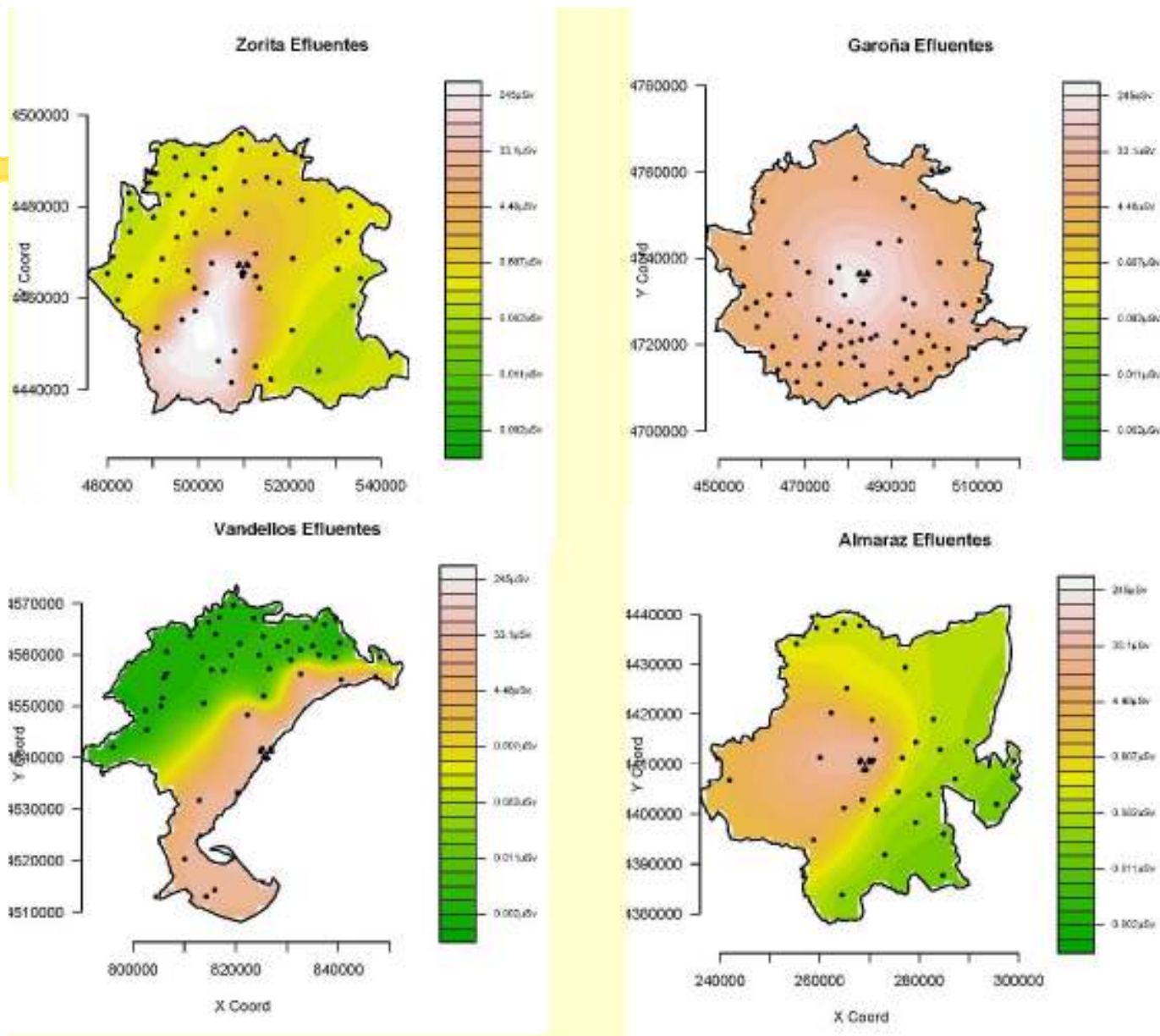
Resultados

La dosis efectiva acumulada máxima de radiación artificial estimada para la población del entorno de las instalaciones es de 350 micro Sv.

Esta dosis (350 micro Sv) es la que recibimos cada uno de nosotros de origen natural en 40 días



centre for research
in environmental
epidemiology





Análisis conjunto de todas las ccnn

	Defunciones					RR	RR	RR	RR	Tenden	RR	IC	95%	Ho
	d0 ref	d1	d2	d3	d4	d1	d2	d3	d4	valor-p	dosis			mogeneidad valor-p
Categoría dosis microSv						0.00076- 0.18	0.18444- 2.5357	2.72775-44.038	44.80- 303.5545					
Cáncer de pulmón	2022	569	448	300	631	0,900	0,910	0,800	0,970	0,525	1,001	0,994	1,009	0.009565
Cáncer de huesos	56	19	11	10	20	1,250	0,700	0,540	0,960	0,694	0,995	0,954	1,038	0.126
Cáncer de SNC	311	69	85	63	89	0,770	1,100	0,830	0,840	0,268	0,991	0,973	1,008	0.3165
Cáncer de tiroides	36	5	7	1	11	0,440	0,830	0,140	1,250	0,232	1,003	0,947	1,063	0.07199
LNH	217	61	63	22	77	1,010	1,170	0,520	1,070	0,306	1,012	0,994	1,031	0.04603
Hodgkin	27	5	11	5	11	0,560	1,460	0,800	1,110	0,776	0,988	0,936	1,044	0.369
Mieloma	150	44	42	22	50	1,020	0,950	0,940	0,980	0,993	1,007	0,985	1,029	0.8593
Cáncer de vejiga	485	138	133	81	188	1,060	1,060	0,710	1,030	0,394	0,999	0,986	1,013	0.07386
Conjuntivo	39	14	17	4	12	1,350	1,890	0,460	0,870	0,618	0,973	0,922	1,027	0.763
Cáncer de riñón	204	59	49	36	83	0,890	1,040	0,880	1,390	0,009	1,019	1,000	1,038	0.1561
Cáncer de estómago	1092	264	218	316	348	0,850	0,870	0,970	1,010	0,555	1,000	0,990	1,010	0.00213
Cáncer colorrectal	1369	434	388	231	414	1,070	1,100	0,880	0,950	0,380	0,995	0,986	1,003	0.416
Categoría dosis microSv						0.00041- 0.11156	0.11239- 1.5829	1.61190-42.953	43.970- 303.605					
Leucemias*	502	121	159	78	132	0,960	0,970	0,910	0,930	0,620	0,999	0,985	1,013	0.2756



Conclusiones

- Las dosis de radiación artificial acumulada en todo el periodo de estudio, que habría recibido la población como consecuencia del funcionamiento de las instalaciones, son muy reducidas.
- Los conocimientos actuales en radiobiología y en epidemiología no sugieren que esta exposición pueda relacionarse con una mayor mortalidad por cáncer en las poblaciones de su entorno



- El estudio de mortalidad por cáncer en el entorno de las centrales nucleares y de las instalaciones de ciclo del combustible nuclear no ha detectado resultados consistentes que muestren un efecto de incremento de la mortalidad por diferentes tipos de cáncer asociados con la dosis de radiación artificial recibida.
- Estos resultados son independientes de la radiación natural y de otras variables socio-demográficas controladas en el análisis.
- Las relaciones dosis respuesta, limitadas a algún tipo de cáncer y en alguna de las instalaciones individuales no parecen deberse a la exposición derivada del funcionamiento de las instalaciones, ya que dichos hallazgos no se reproducen en otras instalaciones del mismo tipo y con características de exposición similares.



centre for research
in environmental
epidemiology

Implicacions del coneixement actual

- Acurats estudis de poblacions amb exposició a dosis baixes (sobre uns 100 mGy) i dosificació baixa suggereixen que aquestes exposicions causen un petit increment en el risc de càncer
- Però que passa amb dosis inclús més baixes ?
 - Hi ha arguments que suggereixen risc inclús amb dosis molt baixes
- Quins seran els efectes en la salut dels magatzems nuclears?
 - Difícil de quantificar sense coneixements precisos de la magnitud potencial d'exposicions i de població exposada
 - Però lo més probable, si hi ha un risc, es que sigui molt petit per detectar-ho – perquè les dosis de molt baix nivell i poblacions petites