

**Dictamen realizado por encargo del Defensor del Pueblo Andaluz sobre
El exceso de mortalidad y morbilidad detectado en varias investigaciones
en La Ría de Huelva**

Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Epidemiología*

Juan Alguacil

Centro de Investigación en Salud y Medio Ambiente (CYSMA). Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública. Universidad de Huelva. CIBER de Epidemiología y Salud Pública.

Ferran Ballester

Centro Superior de Investigación en Salud Pública (CSISP-FISABIO).
Departamento de Enfermería. Universidad de Valencia.
CIBER de Epidemiología y Salud Pública.

Juan de Mata Donado Campos

Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III.
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad Autónoma de Madrid.

Antonio Escolar Pujolar

Delegación Territorial de Igualdad, Salud y Políticas Sociales. Cádiz. Junta de Andalucía
Hospital Universitario "Puerta del Mar".
Servicio de Medicina Preventiva y Salud Pública. Cádiz.

Marina Pollán

Unidad de Epidemiología Ambiental y Cáncer. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III. CIBER de Epidemiología y Salud Pública

Fernando Rodríguez-Artalejo (coordinador)

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad Autónoma de Madrid/IdiPaz.
CIBER de Epidemiología y Salud Pública

Marzo de 2014

* El contenido del documento refleja las opiniones de sus autores pero no necesariamente la de las instituciones donde trabajan.

Los autores del Dictamen agradecen los valiosos comentarios y sugerencias de los siguientes revisores externos, que han ayudado a mejorar el dictamen*:

Antonio Daponte Codina

Director del Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (OSMAN)

Jesús D. de la Rosa

Unidad Asociada CSIC-UHU “Contaminación Atmosférica”

Centro de Investigación en Química Sostenible (CIQSO)

Universidad de Huelva

***La revisión del dictamen no supone compartir o apoyar parcial o totalmente su contenido.**

ÍNDICE

- 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**
 - 1.1. Introducción**
 - 1.2. Objetivos del dictamen**
 - 1.3. Estructura del dictamen**

- 2. ACTUALIZACIÓN EN EL PERIODO 2010-2012 DE LA INFORMACIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS DE SALUD EN LA RÍA DE HUELVA Y SU ENTORNO**
 - 2.1. La mortalidad en la provincia de Huelva. Resultados del estudio ARIADNA.**
 - 2.2. Análisis de la mortalidad en los municipios de la Ría de Huelva. Resultados del Atlas Interactivo de Mortalidad en Andalucía (AIMA)**
 - 2.2.1. Mortalidad por todas las causas
 - 2.2.2. VIH-SIDA
 - 2.2.3. Cáncer de colon
 - 2.2.4. Cáncer de pulmón
 - 2.2.5. Cáncer de mama femenina
 - 2.2.6. Cáncer de vejiga
 - 2.2.7. Enfermedad isquémica del corazón
 - 2.2.8. Enfermedad cerebrovascular
 - 2.2.9. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
 - 2.2.10. Accidentes de tráfico
 - 2.2.11. Enfermedad de Alzheimer
 - 2.3. Morbilidad en La Ría de Huelva y su entorno.**
 - 2.3.1. Incidencia de cáncer. Primeros resultados del Registro de Cáncer de Andalucía en la provincia de Huelva.

- 3. ACTUALIZACIÓN EN EL PERIODO 2009-2012 DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE CONDICIONANTES DE LA SALUD EN LA RÍA DE HUELVA Y SU ENTORNO**
 - 3.1. El medio social**
 - 3.1.1. Mortalidad en la ciudad de Huelva según indicadores de privación social
 - 3.2. Estilos de vida**
 - 3.3. Factores medioambientales**

3.3.1. Entrada de contaminantes en la población de la Ría de Huelva por la vía de la cadena trófica.

3.3.1.1. Biodisponibilidad de metales en sedimentos de la Ría de Huelva

3.3.1.2. Toxicidad por metales en la Ría de Huelva

3.3.1.3. Toxicidad por metales en las marismas de la Ría de Huelva

3.3.1.4. Residuos de contaminantes en los alimentos que consume la población y riesgo para la salud

3.3.1.5. Estudios con niveles de contaminantes en población onubense

3.3.2. Exposición laboral

3.3.3. Contaminación atmosférica

3.3.4. Exposición ambiental y efectos en la salud. Estudios de base individual.

3.3.5. Balsa de fosfoyesos

3.3.5.1. Restauración de la balsa de fosfoyesos

3.3.5.2. Riesgo para la salud pública por radiación y la balsa de fosfoyesos

3.3.5.3. Riesgo para la salud pública por agentes químicos presentes en la balsa de fosfoyesos

3.3.6. Justicia Ambiental

4. CONCLUSIONES DEL DICTAMEN

5. VALORACIÓN DEL CONJUNTO DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE EL ESTADO DE SALUD Y SUS CODICIONANTES EN LA RÍA DE HUELVA.

6. RECOMENDACIONES

7. REFERENCIAS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Introducción

Las provincias de Andalucía occidental presentan históricamente una mayor mortalidad general, y por las principales causas, que el resto de Andalucía y de España. Este peor estado de salud tiene sus orígenes en una situación de mayor empobrecimiento y peores condiciones de vida y trabajo que otras zonas de España. En el caso concreto de la provincia de Huelva, la instalación de un polo industrial en el entorno de la Ría y el desarrollo turístico de la zona ha contribuido a mejorar su desarrollo socioeconómico pero también ha producido cambios en las condiciones del medioambiente que han generado preocupación por sus posibles efectos sobre la salud. En consecuencia, diversas instituciones de la zona se han dirigido a las administraciones competentes en la Junta de Andalucía y a la Oficina del Defensor del Pueblo Andaluz (DPA) tanto para aclarar si dichas condiciones medioambientales representan un riesgo para la salud, que se puede traducir en mayor mortalidad en la población de la Ría de Huelva, como para adoptar las medidas necesarias que contribuyan a mejorar dichas condiciones y reducir la brecha de mortalidad entre la población residente en la Ría de Huelva y en el conjunto de España.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la Oficina del Defensor del Pueblo Andaluz encargó a la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) un dictamen que valore el estado de salud y sus condicionantes en la población de la Ría de Huelva.

1.2. Objetivos del dictamen

Tal como se ha acordado con la Oficina del DPA, este dictamen tiene los siguientes **objetivos**:

- i. Establecer si en la población de la Ría de Huelva existe mayor mortalidad y peor estado de salud que en el resto de Andalucía y el conjunto de España.
- ii. Si se confirma un peor estado de salud de la población de la Ría de Huelva, sugerir y valorar la contribución de posibles factores explicativos de dicho estado y realizar recomendaciones para paliarlos.

1.3. La estructura del dictamen

En noviembre de 2010 se concluyó el informe "Situación Actual de la Ría de Huelva. Informe para la Oficina del Defensor del Pueblo Andaluz", elaborado por el Dr. Antonio Daponte Codina en la Escuela Andaluza de Salud Pública (EASP), con la colaboración y/o revisión de varios expertos en la materia. El contenido de este informe ha sido asumido por el DPA, y la mayor parte de él se ha incorporado a la Resolución del DPA formulada a la queja 09/1699 relativa a la "Situación Epidemiológica de la Ría de Huelva", dirigida a la Consejería de Salud por la Plataforma Recupera tu ría. En dicho informe se revisan los antecedentes del problema que motivan la queja, se resume el diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria de la Ría de Huelva, se describe los estudios ambientales y sanitarios recientes, y se

presenta la información disponible sobre el exceso de mortalidad en la Ría de Huelva y las posibles explicaciones del mismo. El informe, apoyado en una extensa literatura científica, finaliza con un conjunto de conclusiones y recomendaciones relativas a la situación ambiental de la Ría de Huelva y al exceso de mortalidad en el occidente andaluz.

Dado que este informe se ha publicado recientemente, el foco de este dictamen ha sido elaborar con mayor detalle algunos aspectos del informe del Dr. Daponte y actualizar la información disponible desde su publicación. Ello no obsta para que al final de este dictamen se haga una valoración global de toda la información disponible sobre el estado de salud y sus condicionantes en el entorno de la Ría de Huelva.

Por todo lo anterior, el cuerpo de este dictamen se dedica a actualizar la nueva información accesible en el periodo 2010-2013, empezando por el estado de salud (mortalidad y morbilidad) y continuando con sus condicionantes, tanto sociales (privación material), como de estilos de vida y medioambientales. El dictamen termina valorando el total de la información disponible, formulando conclusiones sobre los temas tratados, y realizando recomendaciones para mejorar el estado de salud y el medioambiente de la zona.

2. ACTUALIZACIÓN EN EL PERIODO 2010-2012 DE LA INFORMACIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS DE SALUD EN LA RÍA DE HUELVA Y SU ENTORNO

La mayoría de estudios sobre la salud de la población han sido descriptivos. Además, dentro de los estudios descriptivos han predominado los diseños basados en datos de mortalidad, con algunos cambios en los periodos de estudio o las poblaciones de referencia; apenas se han realizado investigaciones sobre la frecuencia de las enfermedades que padece la población. Por ello, en el futuro se podrían explotar algunas fuentes de información hospitalaria, para comparar la frecuencia de enfermedades en las áreas de interés con la de áreas similares pero sin presencia destacada de instalaciones/contaminación medioambiental.

2.1. La mortalidad en la provincia de Huelva. Resultados del estudio ARIADNA

El **proyecto ARIADNA** (Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III) analiza la mortalidad en España, por provincias y CCAA, en el periodo **1975-2011**. En la siguiente tabla (**tabla 1**) aparecen las tasas de mortalidad de las principales causas de muerte donde se comparan las cifras de España y la provincia de Huelva. Posteriormente se representan gráficamente la serie completa con las tendencias original y suavizada de cada causa, **figuras 1-15**.

Tabla 1. Tendencias en la mortalidad de las principales causas de muerte. España y Huelva. 1975-2011. Proyecto ARIADNA.

	ESPAÑA 1975/2011*	HUELVA 1975/2011*	Incrementos (+) o decrementos (-) en 1975 y en 2011 en Huelva respecto al total de España %
TODAS LAS CAUSAS	Figura 1		
Hombres	1.103 / 623	1.296 / 705	+17,5 / +13,1
Mujeres	724,3 / 382,5	753,3 / 436	+4 / +14
TUMORES MALIGNOS	Figura 2		
Hombres	211,4 / 215,8	243,6 / 234,3	+15,2 / +8,5
Mujeres	123,7 / 104	110,5 / 107,8	-10,7 / +3,7
CÁNCER DE PULMÓN	Figura 3		
Hombres	41,8 / 61	57,5 / 77	+37,6 / +26,3
Mujeres	5,8 / 10,8	7,8 / 11,7	+34,3 / +8
CÁNCER DE VEJIGA	Figura 4		
Hombres	9,9 / 12,8	7,9 / 13,2	-20,3 / +2,7
Mujeres	1,5 / 2	0,37 / 1,5	-75,2 / -22
LEUCEMIAS	Figura 5		
Hombres	5,9 / 5,9	9,4 / 7,9	+59,3 / +34
Mujeres	3,9 / 3,6	4,3 / 2,7	+10,3 / -25
CÁNCER DE COLON	Figura 6		
Hombres	9,7 / 21,3	12,1 / 20,4	+24,7 / -4,3
Mujeres	9,3 / 11,6	9,8 / 12,7	+5,4 / +9,5
CÁNCER DE RECTO	Figura 7		
Hombres	6,1 / 7,5	2,5 / 5,6	-59,0 / -25,3
Mujeres	4,5 / 3,3	1,1 / 2,9	-75,6 / -12,1
CÁNCER DE MAMA	Figura 8		
Mujeres	17 / 17,7	14,2 / 20,5	-16,3 / +15,6
CÁNCER BUCAL Y FARINGE	Figura 9		
Hombres	5,5 / 6,6	6,4 / 8,6	+16,6 / +29,2
Mujeres	0,9 / 1,5	0,8 / 1,6	-11,14 / +6,7
CÁNCER DE PRÓSTATA	Figura 10		
Hombres	20,0 / 17,1	23,0 / 19,1	+15 / +11,7
CIRROSIS HEPÁTICA	Figura 11		
Hombres	38,1 / 14,3	43 / 18,5	+13 / +29,7
Mujeres	14 / 4,1	9,8 / 5,4	-29,6 / +32,1

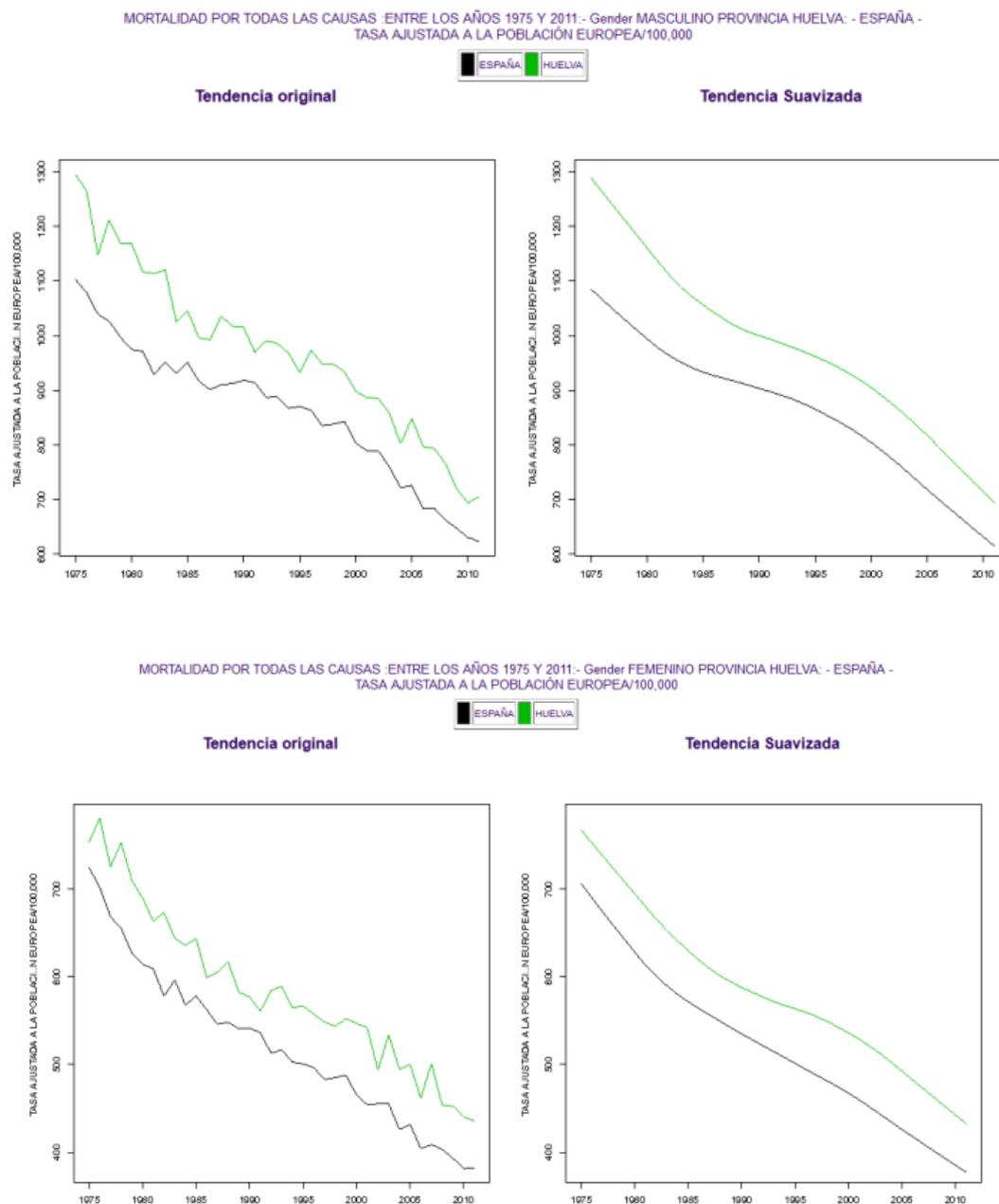
*TASAS AJUSTADAS DE MORTALIDAD (POBLACION ESTÁNDAR EUROPEA) POR 100.000

Tabla 1. Cont.

	ESPAÑA 1975/2011*	HUELVA 1975/2011*	Incrementos (+) o decrementos (-) en 1975 y en 2011 en Huelva respecto al total de España %
ENFERMEDAD CEREBROVASCULAR	Figura 12		
Hombres	164,3 / 35	226,3 / 46,8	+37,7 / +34
Mujeres	139,2 / 30,4	160,3 / 48,9	+15,1 / +60,9
ENFERMEDAD ISQUÉMICA DEL CORAZÓN	Figura 13		
Hombres	119,8 / 60,6	157,8 / 75,8	+31,7 / +25,1
Mujeres	56,1 / 27,6	73,8 / 37,1	+31,4 / +34,4
ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO	Figura 14		
Hombres	136,8 / 69,2	129,8 / 79,1	-5,1 / +14,3
Mujeres	75,6 / 32,4	61,8 / 28,9	-18,3 / -10,8
ACCIDENTES DE TRÁFICO	Figura 15		
Hombres	23,8 / 7	24,2 / 7,7	+1,7 / +10
Mujeres	7 / 1,7	2,9 / 0,5	-58,6 / -70,6

*TASAS AJUSTADAS DE MORTALIDAD (POBLACION ESTÁNDAR EUROPEA) POR 100.000

Figura 1. Mortalidad por todas las causas. Tasa ajustada a la población europea por 10⁵ en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



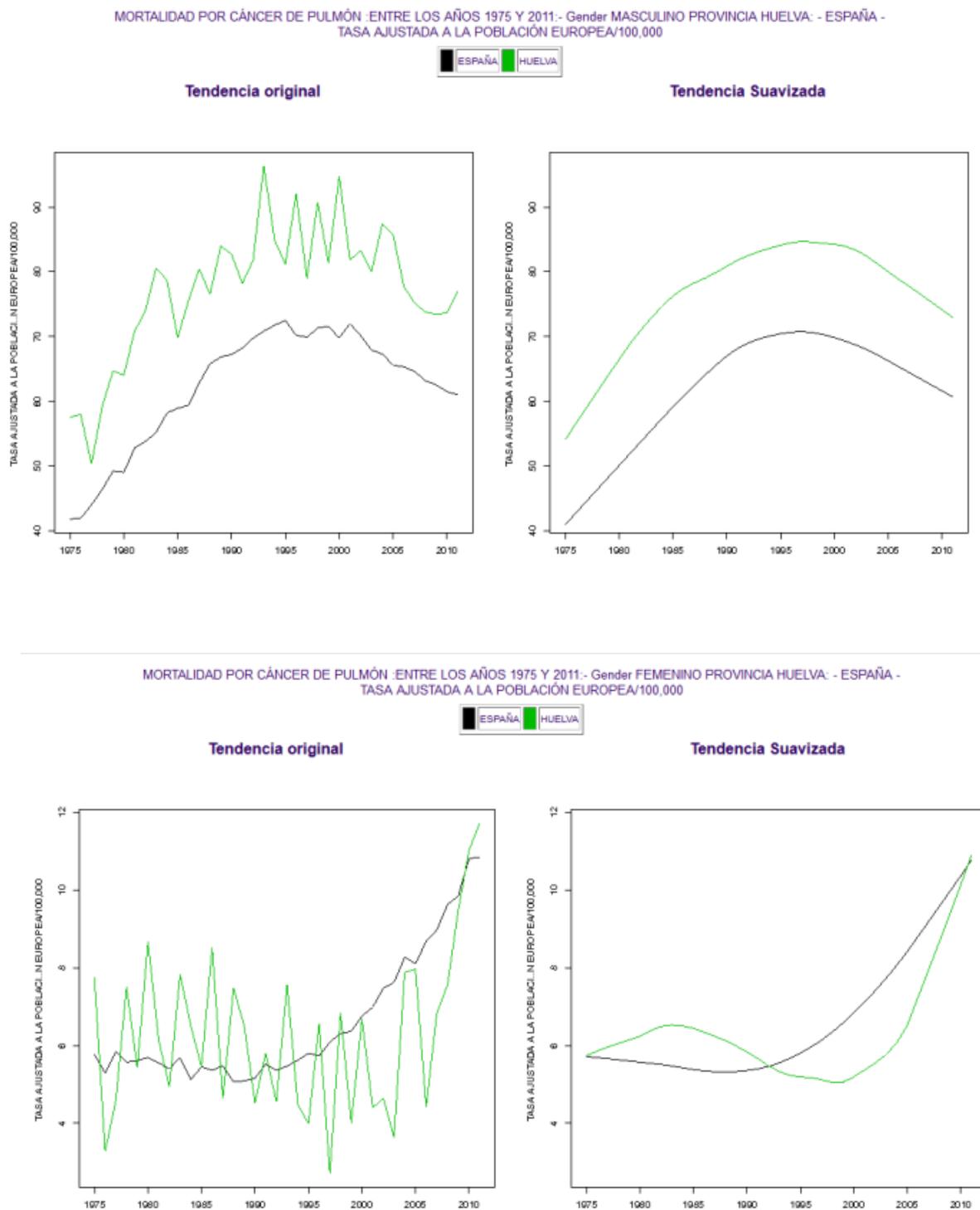
Tanto en hombres como en mujeres las tasas de mortalidad general en Huelva son claramente descendentes pero superiores a las españolas. Sin embargo, mientras que en hombres las tasas tienden a converger con las españolas en mujeres ocurre lo contrario, han aumentado un 10% sus diferencias con las de España. Así, en Huelva en hombres en 1975 la tasa era de 1296/10⁵ y en 2011 de 705/10⁵, lo que resultaba ser un 17,5% y un 13,1% mayores a las españolas. En mujeres, las tasas han pasado de 753/10⁵ en 1975 a 436/10⁵ en 2011 siendo las diferencias con las españolas de 4% y 14% respectivamente.

Figura 2. Mortalidad por tumores malignos. Tasa por 10⁵ en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



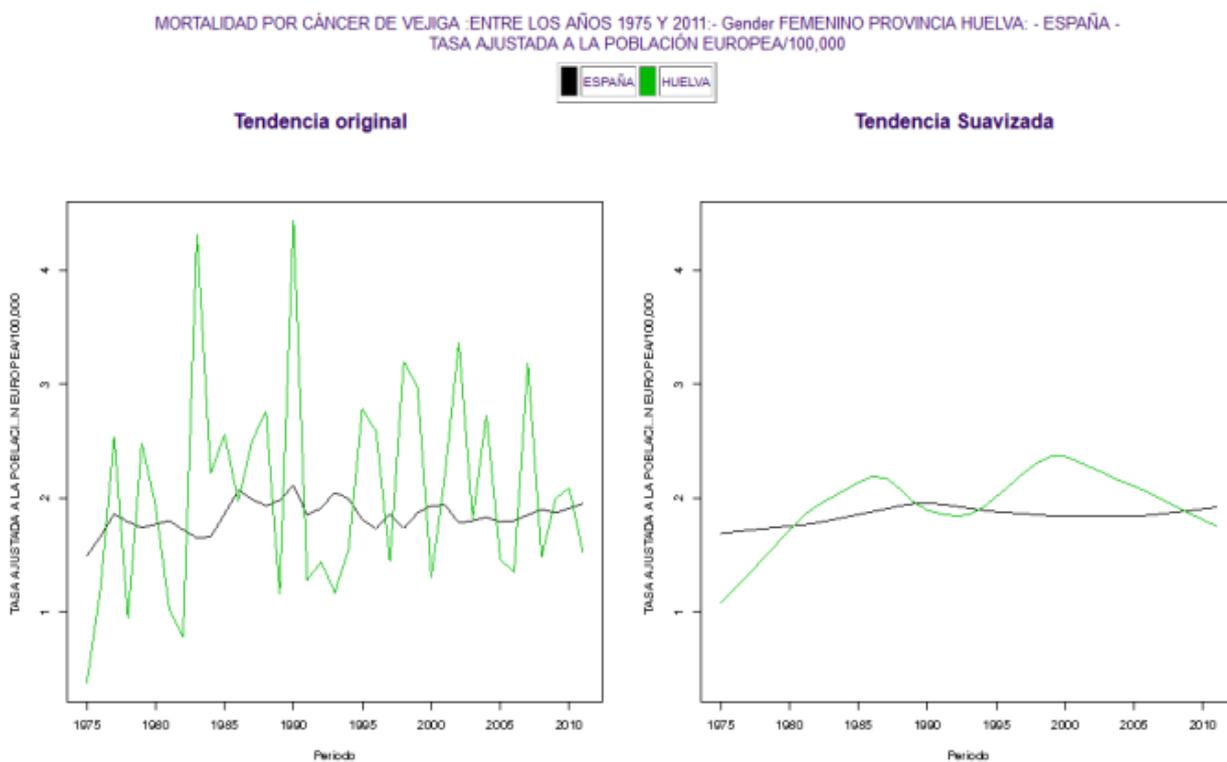
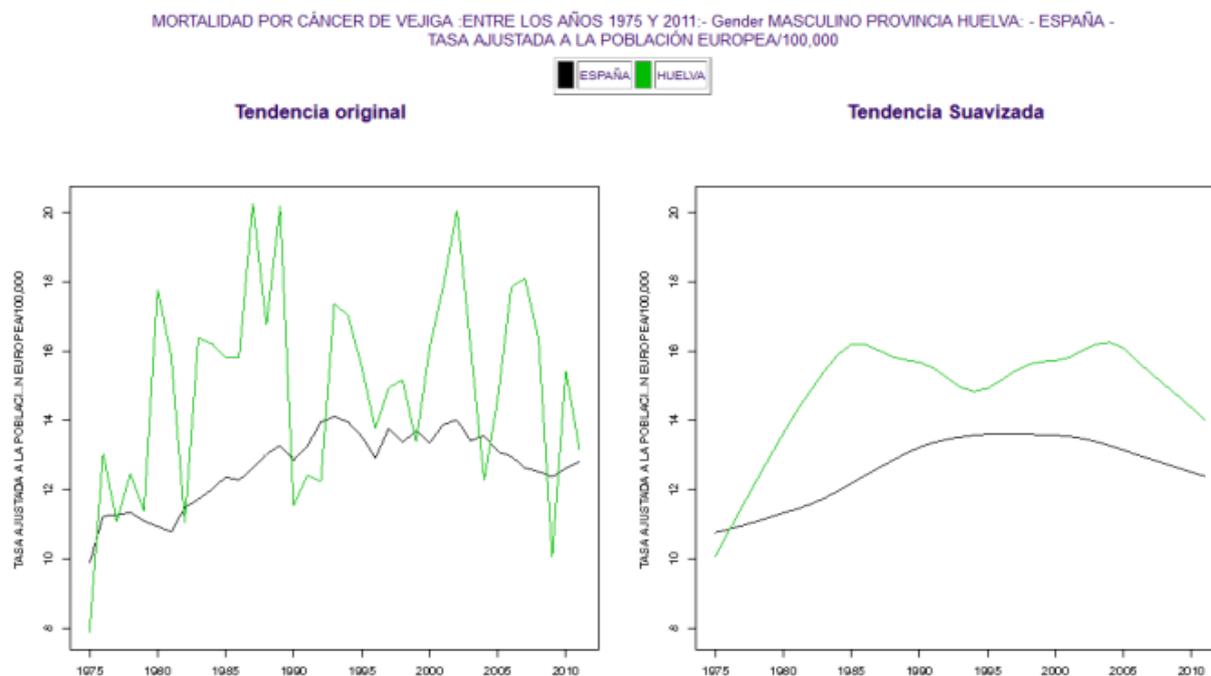
Para la mortalidad por tumores malignos, en hombres se observa un comportamiento paralelo entre las tasas de España en Huelva siendo las del Huelva superiores aunque tienden a converger. En 1975 la tasa de Huelva era de $243/10^5$ y en 2011 era de $234/10^5$ siendo las diferencias con las españolas de 15,2% y 8,5% respectivamente. En mujeres se observa un entrecruzamiento con las cifras españolas. En 1975 la tasa de mortalidad fue $110/10^5$, un 10,5% inferior a las españolas y en 2011 fue $107/10^5$ un 3,7% superior a la española. Así, aunque ha habido un descenso en las tasas, la diferencia con las españolas ha aumentado un 14,4%

Figura 3. Mortalidad por cáncer de pulmón. Tasa por 10^5 en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



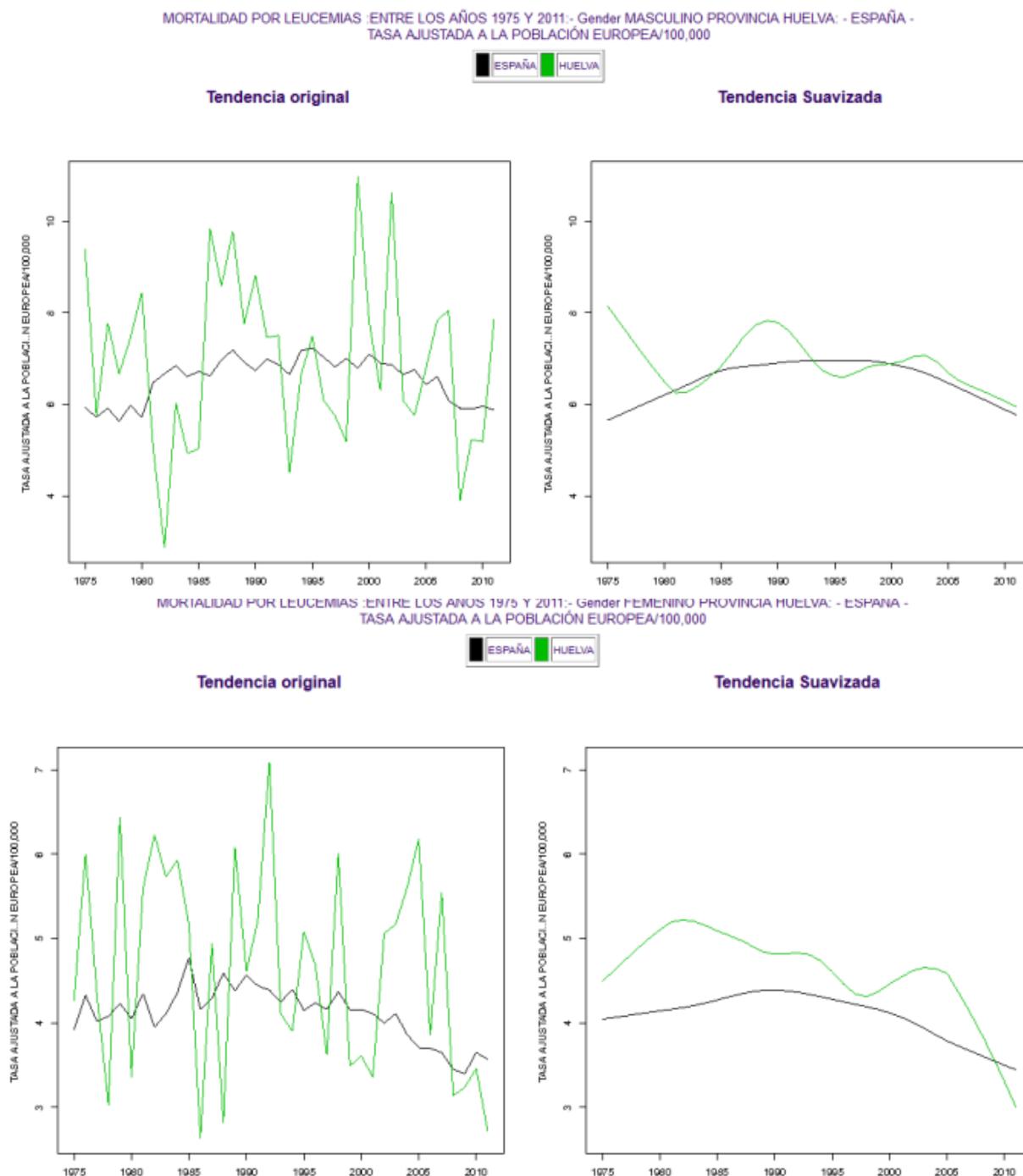
Tanto en hombres como en mujeres se observan un aumento de las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón. En hombres de Huelva las tasas han pasado de $58/10^5$ en 1975 a $77/10^5$ en 2011. Las diferencias con las tasas españolas han pasado del 15,3% al 8,5%. En mujeres de Huelva las tasas han pasado de $8/10^5$ en 1975 a $12/10^5$ en 2011 y la diferencia con las tasas españolas han pasado del 34,3% a 8%.

Figura 4. Mortalidad por cáncer de vejiga. Tasa por 10^5 en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



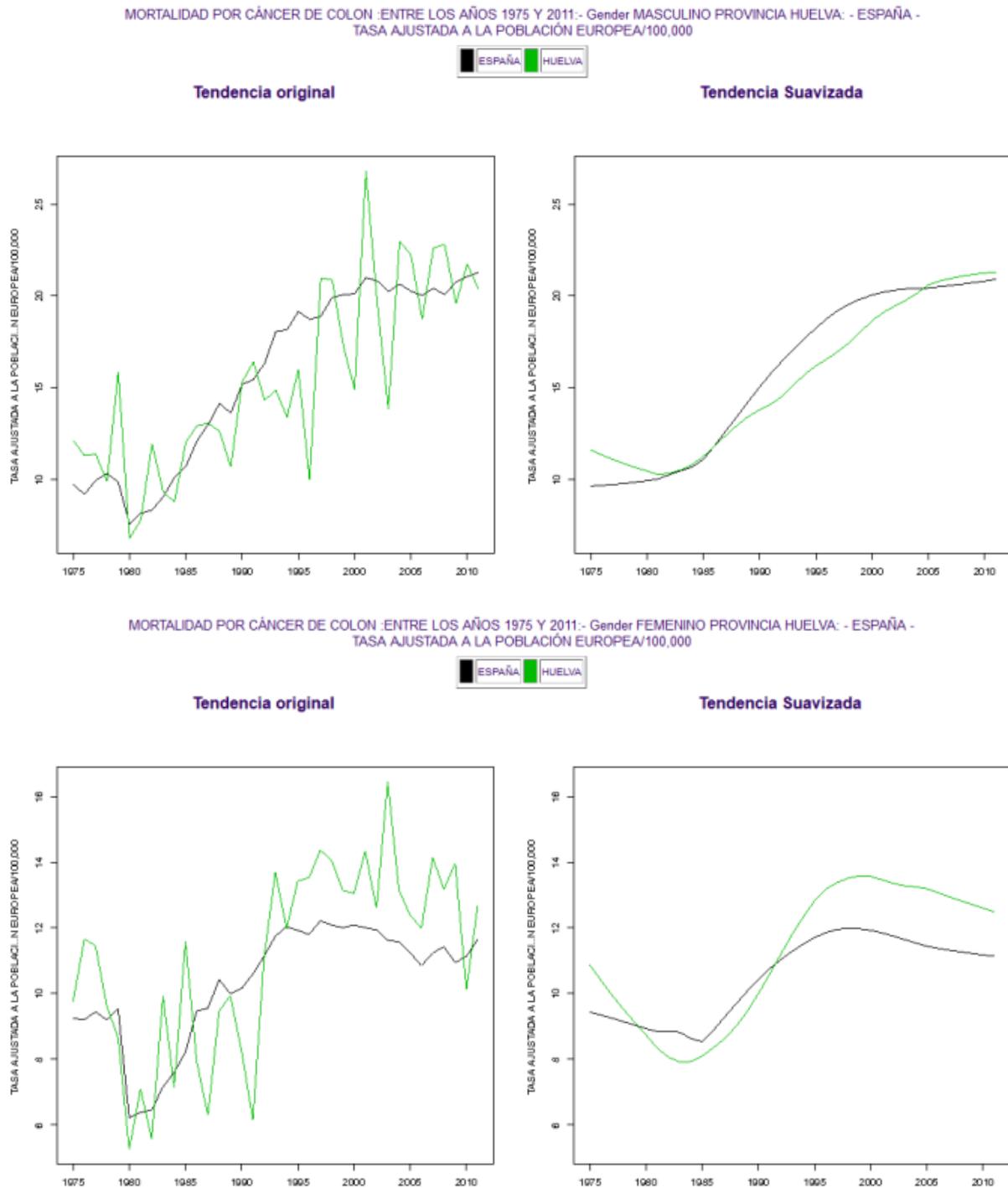
Las tasas de mortalidad por cáncer de vejiga han aumentado tanto en hombre como en mujeres. En hombres de Huelva en 1975 la tasa fue $8/10^5$ un 20,3% menor a la española, y en 2011 la tasa fue $13,2/10^5$ un 2,7% superior a la nacional. En mujeres las tasas han pasado de $0,75/10^5$ en 1975, un 75,2% inferiores a la española, a $1,5/10^5$, un 22% inferior a las española.

Figura 5. Mortalidad por leucemias. Tasa por 10^5 en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



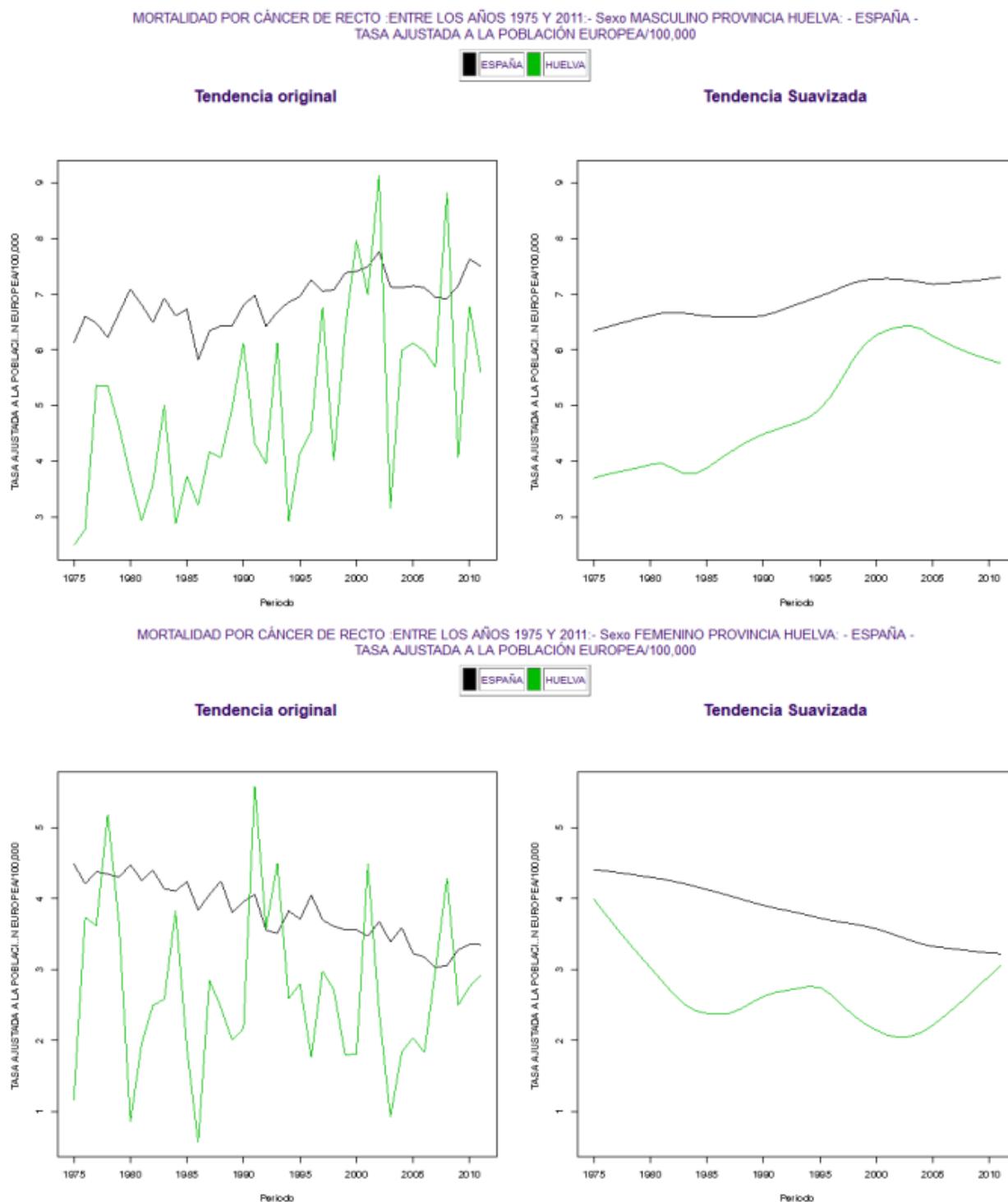
En este caso los hombres de Huelva han pasado de $9,4/10^5$ en 1975 (un 59,3% superiores a las cifras españolas) a $7,9/10^5$ en 2011, un 34% superiores a las españolas. En las mujeres las tasas han pasado de $4,3/10^5$ (un 10,3% superiores a las españolas) a un $2,7/10^5$, cifras un 25% inferiores a las españolas.

Figura 6. Mortalidad por cáncer de colon. Tasa por 10^5 en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



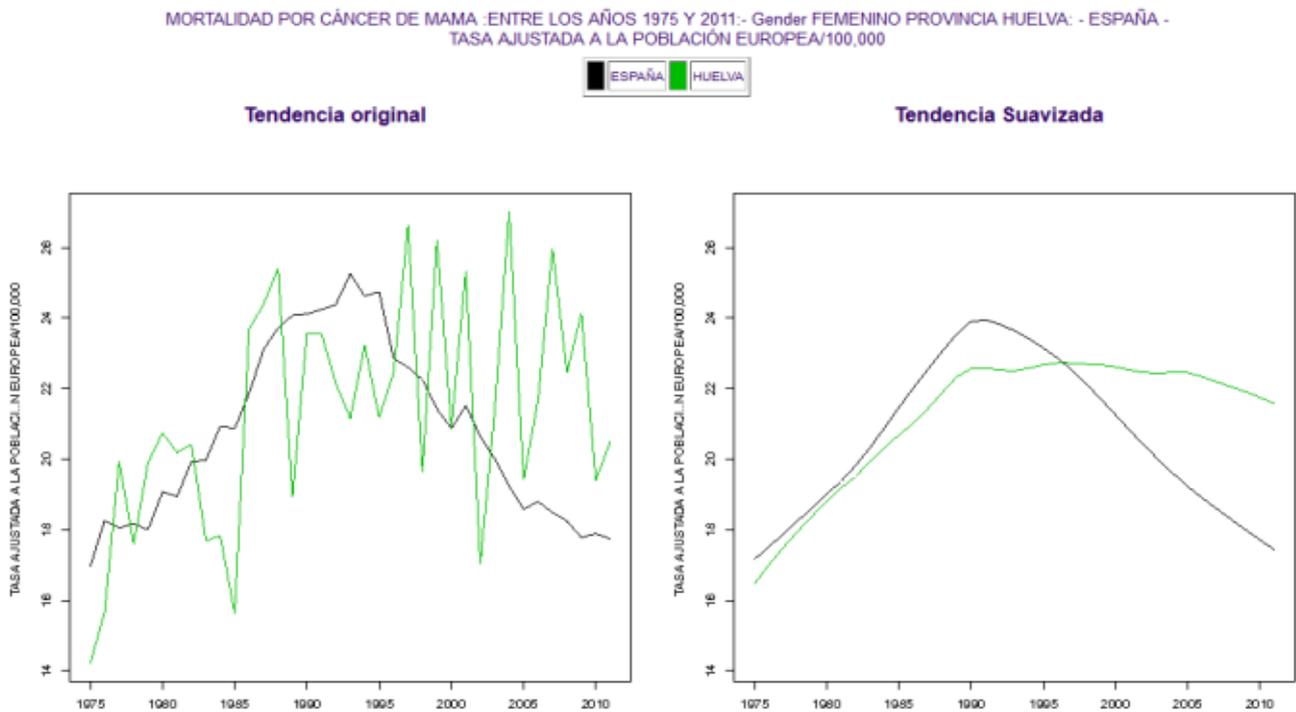
Tanto en hombres como en mujeres de Huelva ha habido un aumento de la mortalidad por cáncer de colon, aunque si comparamos con las españolas en hombres las diferencias se han invertido pero en mujeres han aumentado casi un 10 por ciento. En 1975 en los hombres de Huelva la tasa era del $12,1/10^5$ (un 24,7% superiores a las españolas) y en 2011 la tasa fue del $20,4/10^5$, un 4,3% inferiores a las españolas. En las mujeres, la tasa de 1975 era del $9,8/10^5$, un 5,4% superior a la española, y en 2011 del $12,7/10^5$ un 9,5% mayor que la española.

Figura 7. Mortalidad por cáncer de recto. Tasa ajustada a la población europea por 10⁵ en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



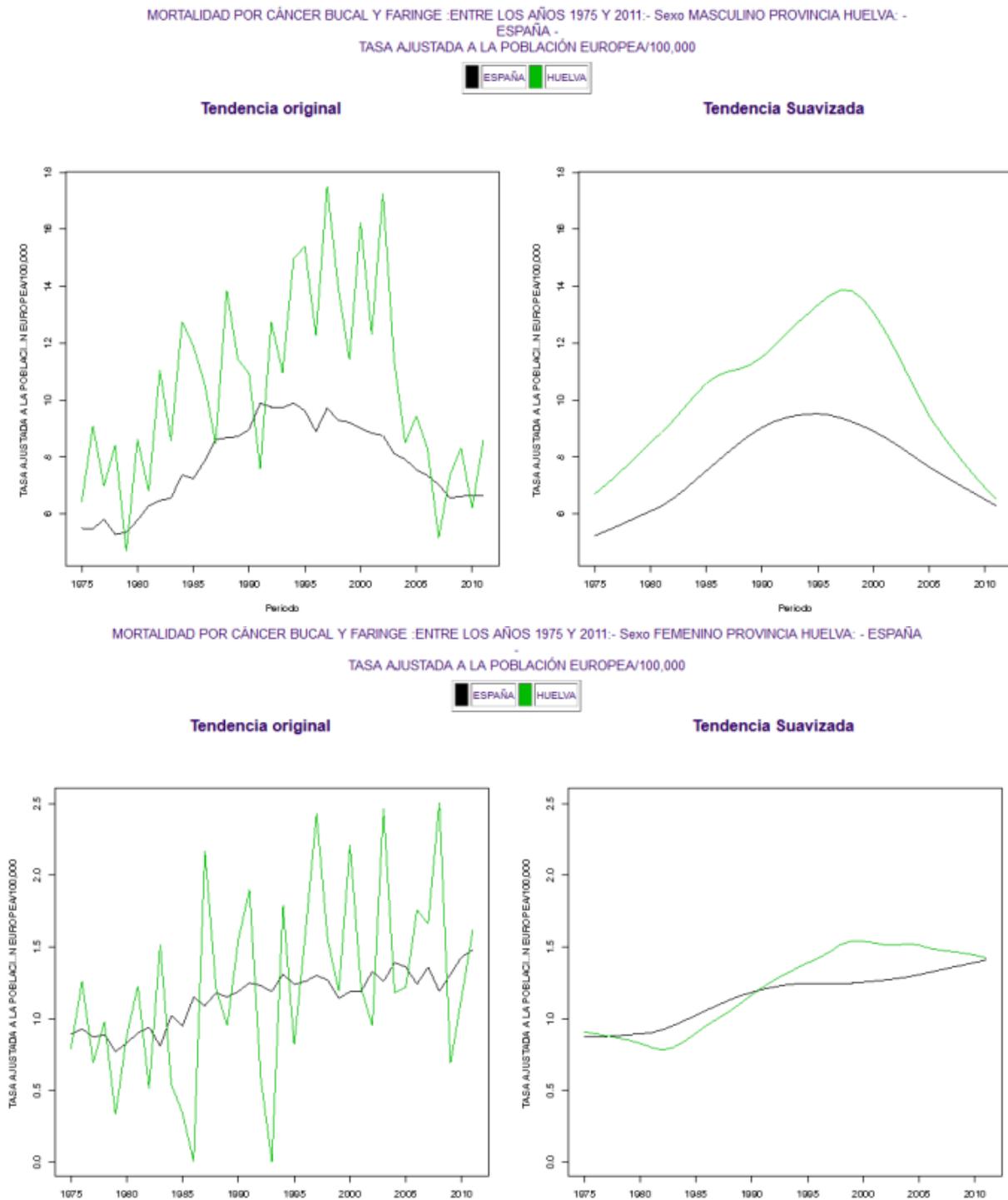
Las tasas son menores en Huelva que en España tanto en hombres como en mujeres aunque tienden a converger al final de la serie. En hombres la tendencia es hacia el incremento tanto en España como en Huelva. En mujeres la tendencia es hacia la disminución en ambos casos. En 1975 la mortalidad por cáncer de recto en hombres de Huelva fue un 59% inferior a la española y en mujeres un 75,6% inferior a la española. Sin embargo en 2011 esta diferencia se redujo hasta un 25,3% en hombres y a un 12,1%r en mujeres.

Figura 8. Mortalidad por cáncer de mama. Tasa por 10^5 en España y provincia de Huelva, mujeres, 1975-2011.



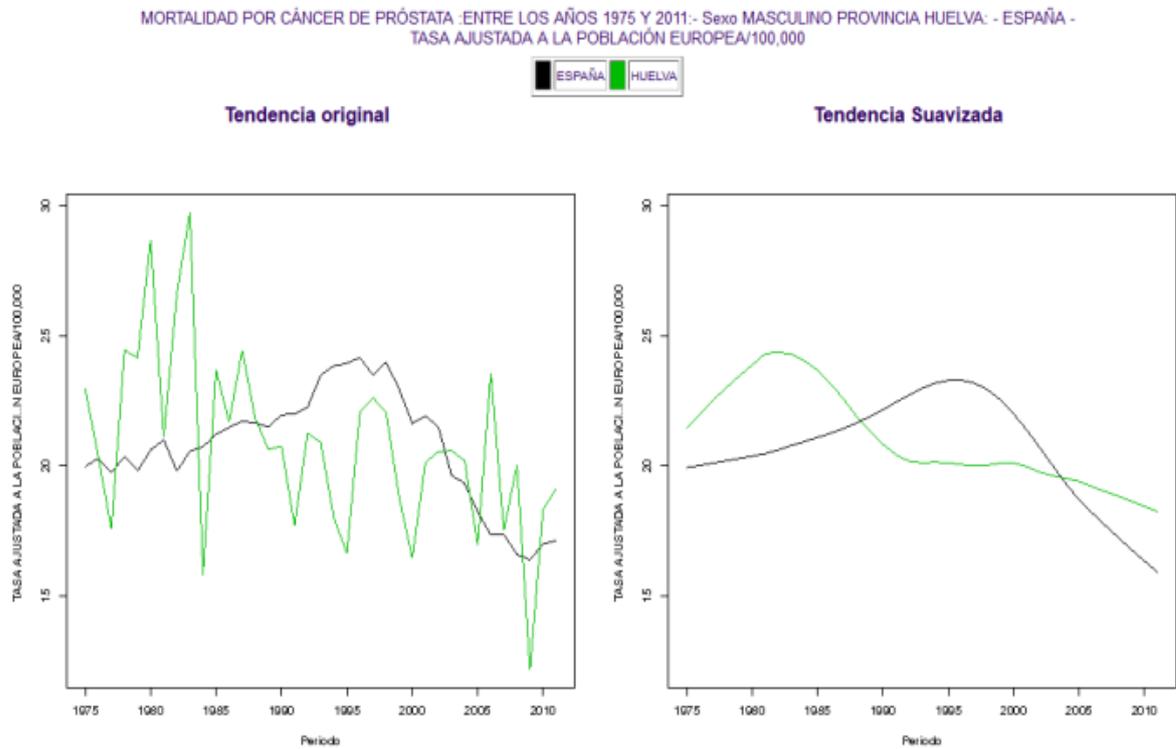
A nivel nacional, las tasas de mortalidad por cáncer de mama aumentaron hasta principios de los años 90 y después disminuyen hasta alcanzar en 2011 una cifra próxima a la de 1975. En Huelva se observa un efecto contrario, partiendo de valores más bajos se observa un aumento similar, sin embargo las cifras apenas han disminuido desde el pico de los años 90. En las mujeres de Huelva en 1975 la tasa era de $14,2/10^5$ (un 16,3% inferiores a las cifras españolas) y en 2011 la tasa fue de $20,5/10^5$ un 15,6% mayor que la española.

Figura 9. Mortalidad por cáncer de cavidad bucal y faringe. Tasa ajustada a la población europea por 10⁵ en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



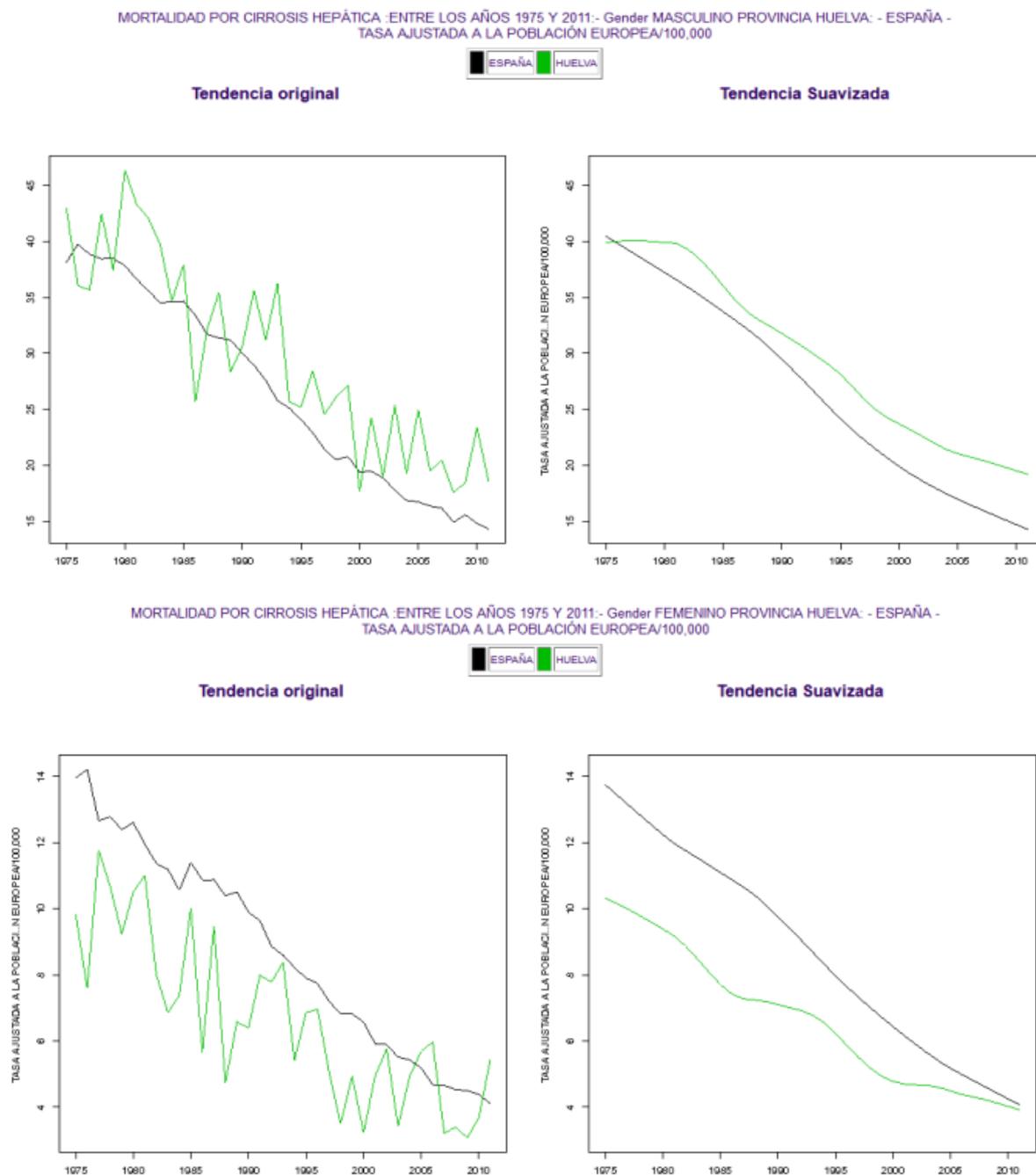
Las tasas en hombres son claramente mayores en Huelva que en España en toda la serie. En ambos casos se observa un incremento hasta finales de los años 90 y posteriormente una disminución. La disminución ha sido mayor en Huelva y las tasas tienden a converger aunque siguen siendo más altas en Huelva. Respecto a las mujeres las tasas se han incrementado de manera constante en España y de forma más aleatoria en Huelva. Este comportamiento en Huelva es debido al hecho de que el número de muertes es pequeño.

Figura 10. Mortalidad por cáncer de próstata. Tasa ajustada a la población europea por 10⁵ en España y provincia de Huelva, 1975-2011.



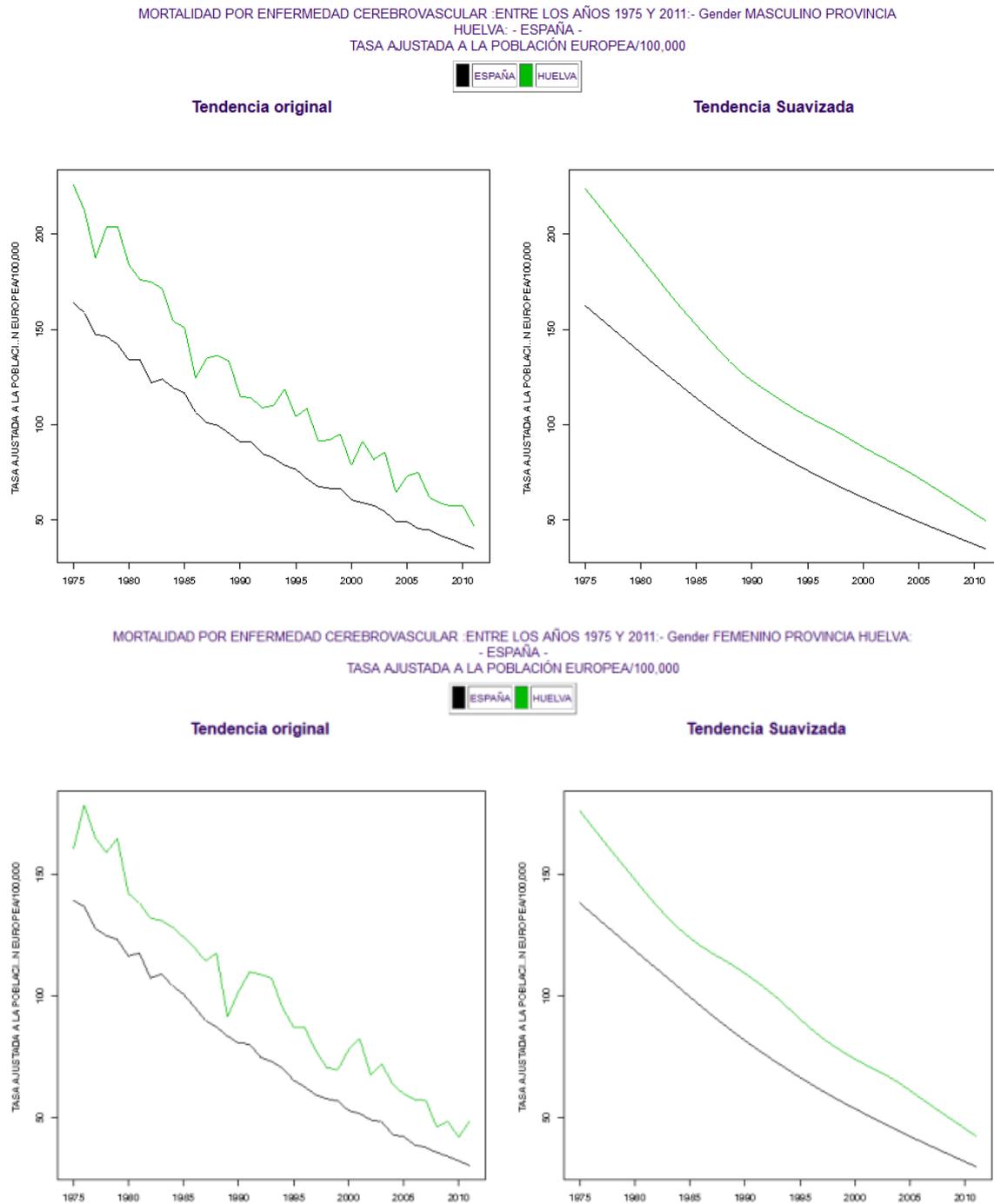
En Huelva las tasas de mortalidad son mayores que en España en los dos extremos de la serie, un 15 por ciento superior en 1975 y un 11,7 superior en 2011, pero desde mediados de los 80 hasta 2005 aproximadamente las tasas han sido inferiores en Huelva.

Figura 11. Mortalidad por cirrosis hepática. Tasa por 10^5 en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



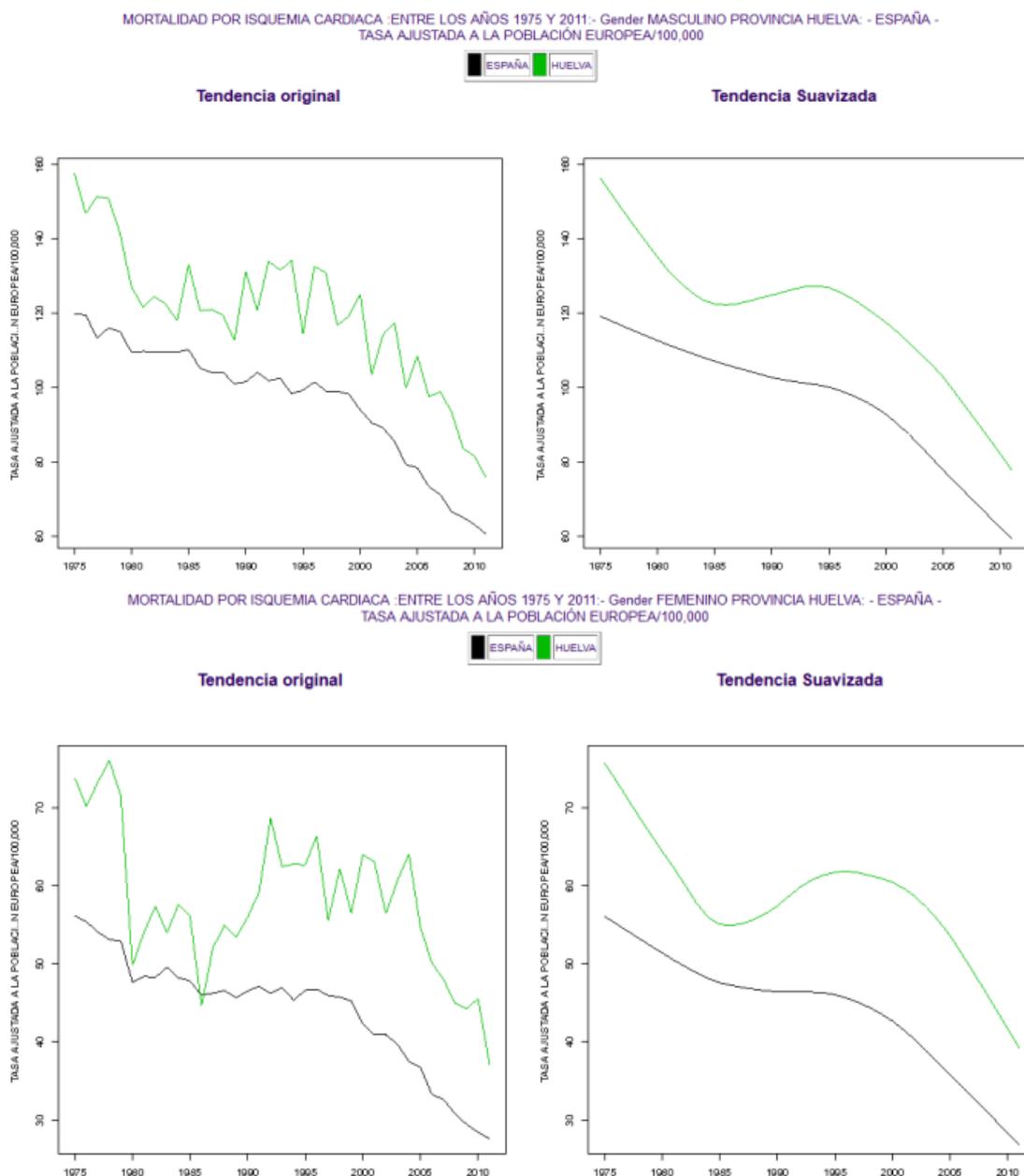
Tanto en hombre como en mujeres se observa una tendencia descendente de la mortalidad por cirrosis. Pero mientras que en hombres las tasas son superiores a las del total de España observándose cierto incremento en la divergencia entre ambas, en mujeres ha ocurrido lo contrario salvo en los últimos años. En hombres de Huelva la tasa en 1975 era de $43/10^5$, un 13% mayor que en el total de España, y en 2011 fue de $18,5/10^5$, un 29,7% más alta que en el total de España. En las mujeres de Huelva en 1975 la tasa era de $9,8/10^5$, un 29,6% inferior a la del total de España, y en 2011 era de $5,4/10^5$, un 32,1% más alta.

Figura 12. Mortalidad por enfermedad cerebrovascular. Tasa por 10^5 en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



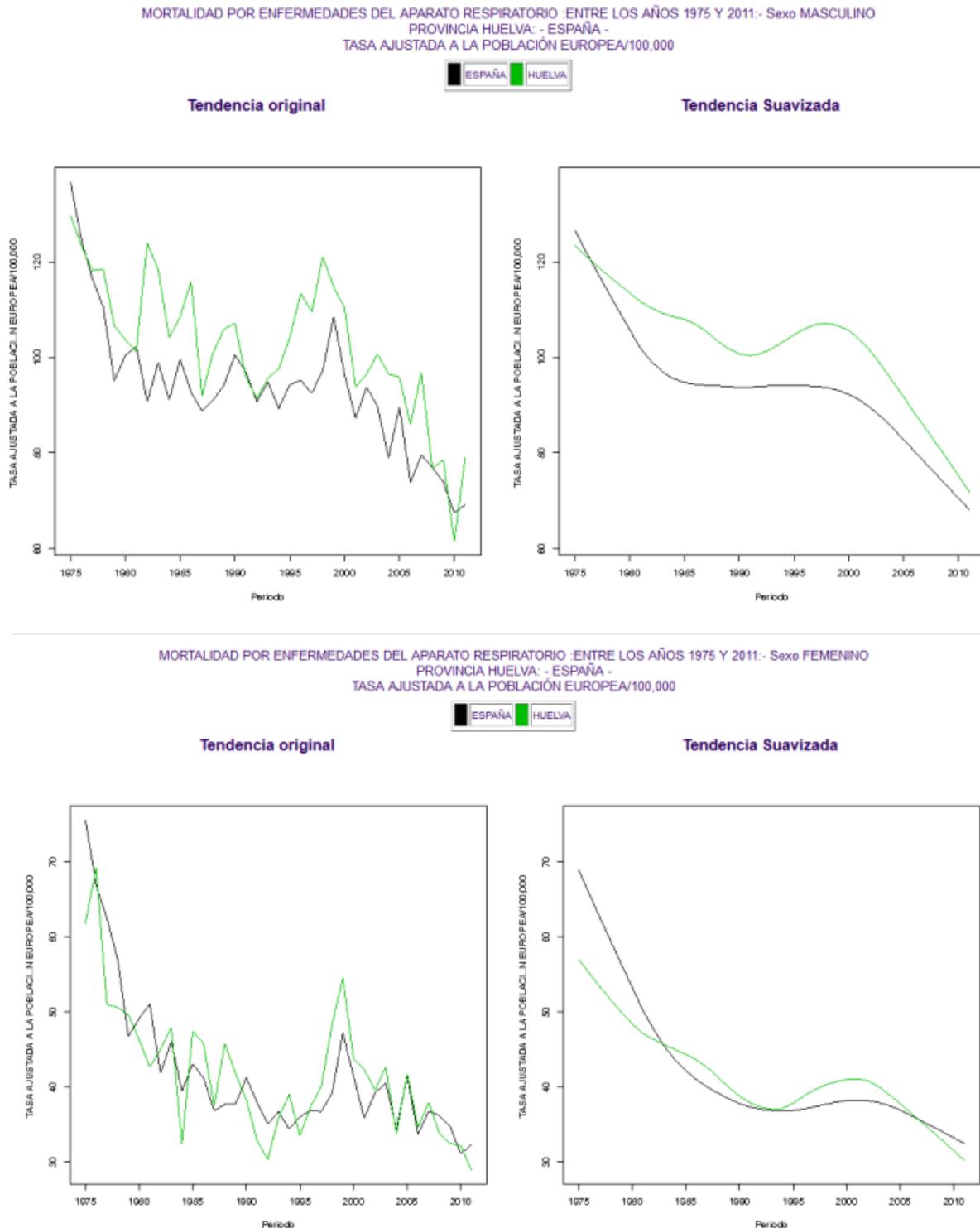
Las tasas de Huelva son mayores que las nacionales tanto en hombres como en mujeres. La tasa de Huelva en hombres era de $226,3/10^5$ en 1975, un 37,7% superior a la española, y de $46,8/10^5$ en 2011, un 34% superior a la del total de España. En mujeres la tasa de Huelva era de $160,3/10^5$ en 1975, un 15,1% superior a la española y en 2011 era de $48,9/10^5$, un 60,9% superior a la española.

Figura 13. Mortalidad por enfermedad isquémica del corazón. Tasa por 10^5 en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



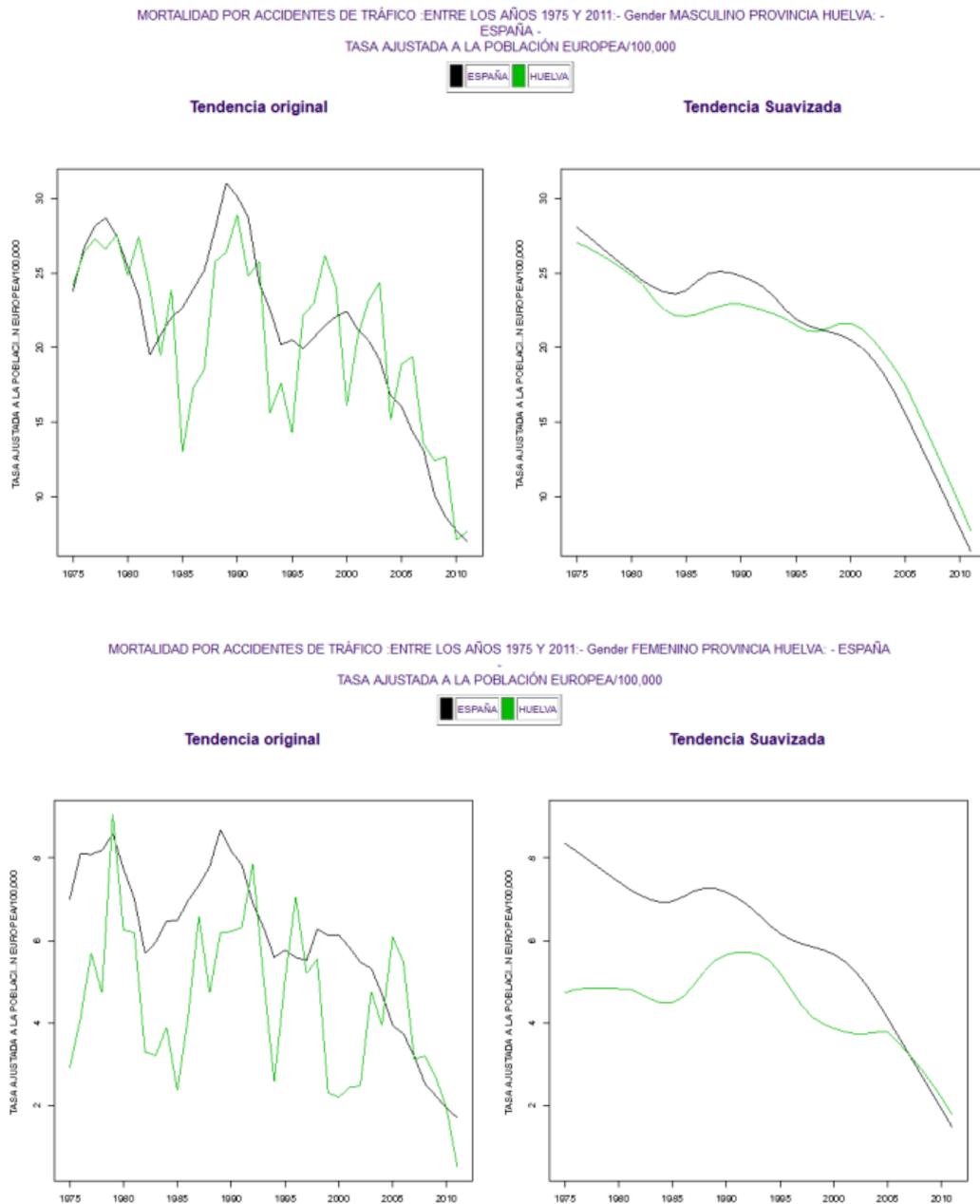
Tanto en España como en Huelva la tendencia es claramente descendente aunque no lineal; por otro lado, en todos los años estudiados las cifras de Huelva fueron superiores a las españolas. Desde 1975 a 1985 hubo un claro descenso a nivel nacional y en Huelva, donde este descenso fue más acusado tanto en hombre como en mujeres. Desde 1985 a 1995 hubo un estancamiento a nivel nacional y un claro incremento en Huelva más acusado en las mujeres. A partir de 1995 se inicia de nuevo el descenso tanto a nivel nacional como en Huelva. En 1975 la tasa en hombres de Huelva fue $226,3/10^5$, un 37,7% superior a la española. En 2011 eran de $46,8/10^5$, un 34% superior a la española. Respecto a las mujeres de Huelva, la tasa en 1975 fue de $160,3/10^5$, un 15,1% mayor que la española. En 2011 la tasa fue de $48,9/10^5$, un 60,9% superior a la española.

Figura 14. Mortalidad por enfermedades del aparato respiratorio. Tasa ajustada a la población europea por 10⁵ en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



La tendencia hacia la disminución ha sido la misma en Huelva que en España. Sin embargo, en hombres las cifras se han incrementado en Huelva respecto a España. En 1975 las tasas eran un 5,1 por ciento inferiores en Huelva pero en 2001 eran un 14,3 por ciento superiores. En mujeres, la mortalidad en Huelva ha sido relativamente similar a la española a lo largo de la mayor parte del periodo de estudio.

Figura 15. Mortalidad por accidentes de tráfico. Tasa por 10^5 en España y provincia de Huelva, hombres (arriba) y mujeres (abajo), 1975-2011.



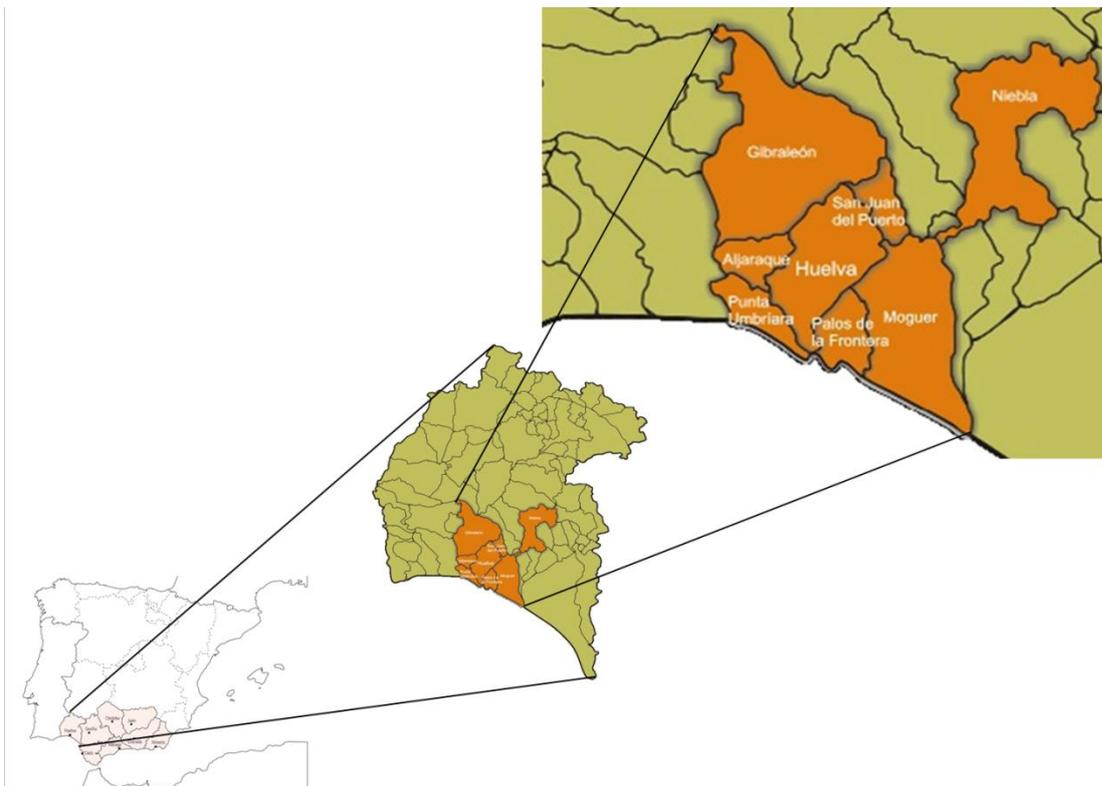
En hombres de Huelva la tendencia es similar a la española y claramente descendente sobre todo a partir del año 2000. En mujeres de Huelva la mortalidad por accidente de tráfico hasta el año 2005 fue claramente inferior a la nacional aunque en los últimos años se han igualado. En 1975 la tasa en hombres de Huelva fue $24,2/10^5$, un 1,7% superior a la española. En 2011 fueron $7,7/10^5$, un 10% superior a la nacional. En 1975 la tasa en mujeres de Huelva fue $2,9/10^5$, un 58,6% inferior a la española. En 2011 fue $0,5/10^5$, un 70,6% inferior a la española.

2.2. Análisis de la mortalidad en los municipios de la Ría de Huelva. Resultados del Atlas Interactivo de Mortalidad en Andalucía (AIMA)

En el informe elaborado por el Dr. Daponte se presenta información detallada de la mortalidad municipal en la Ría de Huelva y su comparación con el conjunto de España. Los datos se obtuvieron del Atlas Interactivo de Mortalidad en Andalucía (Ocaña-Riola, 2010) que proporciona datos por grupos de edad y sexo para cada municipio andaluz desde el año 1981. En el informe del Dr. Daponte, el último año para el que se proporciona información es el 2006, por lo que en este dictamen hemos decidido actualizar la información hasta el último año disponible que es el 2010.

Los municipios que se van a analizar son los contemplados en el Plan de Calidad del Entorno de la Ría de Huelva como *"los municipios ribereños de los estuarios de los ríos Tinto y Odiel, que tienen sus límites superiores en Niebla y Gibrleón respectivamente, hasta los que llega la influencia de la marea"*. Estos municipios son: Aljaraque, Gibrleón, Huelva, Moguer, Niebla, Palos de la Frontera, Punta Umbría y San Juan del Puerto.

Figura 16. Municipios incluidos en el Plan de Calidad del Entorno de la Ría de Huelva



Las principales enfermedades cuya mortalidad se describe aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Principales causas de muerte en la población, junto a sus códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE).

Causa de muerte	CIE-10	CIE-9
Mortalidad por todas las causas	A00-Z99	001-E999
VIH-SIDA	B20-B24, R75	279.5, 795.8
Cáncer de colon recto y ano	C18	153
Cáncer de pulmón	C33-C34	162
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	J40-J47	490-496
Cáncer de mama femenina	C50	174
Cáncer de vejiga	C67	188
Enfermedades isquémicas del corazón	I20-I25	410-414
Enfermedades cerebrovasculares	I60-I69	430-434, 436-438
Accidentes de tráfico	V01-V89	810-819

CIE: Clasificación Internacional de Enfermedades

En las tablas **3 a 13** (ver secciones siguientes) se presenta la probabilidad de que cada uno de los municipios de interés tenga una mortalidad (general y por numerosas causas) superior a la del conjunto de España en 2010. Los valores de esta probabilidad deben interpretarse de la siguiente forma:

Mayor de 0,95: tasa superior a la española con una probabilidad mayor de 0,95.

Entre 0,8 y 0,95: tasa superior a la española con una probabilidad entre 0,8 y 0,95.

Entre 0,2 y 0,8: diferencia de mortalidad no significativa con respecto a España.

Valores por debajo de 0,2 se obtienen en aquellas situaciones en que la tasa es inferior a la española.

En este informe, para ser consistentes con los mapas utilizados en dicho Atlas, se resaltan los municipios y grupos de edad con una probabilidad de exceso de mortalidad superior al 0,95. No obstante, debe tenerse en cuenta que valores superiores a 0,8 suelen ser considerados también como indicativos de la presencia de una mayor mortalidad.

Los resultados de este análisis en 2010 son muy similares a los proporcionados por el Dr. Daponte para el año 2006. En concreto, en comparación con los hombres del conjunto de España, los de la ciudad de Huelva tienen una mayor mortalidad por todas las causas en los grupos de edad de 15 y más años. En el resto de municipios de la Ría, en los hombres sólo se observa de forma consistente una mortalidad superior a la nacional a partir de los 65 años. Por otro lado, en comparación con las mujeres del conjunto de España, las mujeres de la ciudad de Huelva y de algunos otros municipios de la Ría presentan una mayor mortalidad general a partir de los 45 años de edad.

La mayor mortalidad de los hombres de la Ciudad de Huelva, y de los otros municipios de la Ría (a partir de los 65 años), se debe a las principales causas de muerte en la población general, en

concreto a la enfermedad coronaria del corazón, el ictus, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, algunos tipos de cáncer como el de pulmón, y a la cirrosis. El SIDA también contribuye a la mayor mortalidad de los hombres más jóvenes en la ciudad de Huelva. En las mujeres, la mayor mortalidad observada en la edad adulta mayor se debe principalmente a la enfermedad isquémica del corazón, el ictus, el cáncer de mama y vejiga, y la enfermedad de Alzheimer.

2.2.1. Mortalidad por todas las causas

Tabla 3. Mortalidad por todas las causas en 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres <1 año	Mujeres <1 año	Hombres 1 - 14 años	Mujeres 1 - 14 años	Hombres 15 - 44 años	Mujeres 15 - 44 años	Hombres 45 - 64 años	Mujeres 45 - 64 años
Aljaraque	0,233	0,101	0,737	0,136	0,131	0,136	0,02	0,229
Gibraleón	0,109	0,41	0,667	0,432	0,087	0,176	0,447	0,985
Huelva	0,376	0,307	0,439	0,396	1	0,926	0,996	0,968
Moguer	0,245	0,064	0,172	0,755	0,496	0,918	0,363	0,599
Niebla	0,389	0,103	0,273	0,619	0,686	0,38	0,263	0,572
Palos de la Frontera	0,234	0,232	0,189	0,534	0,186	0,66	0,19	0,149
Punta Umbría	0,349	0,187	0,608	0,508	0,487	0,389	0,191	0,693
San Juan del Puerto	0,179	0,068	0,694	0,491	0,278	0,481	0,232	0,99

Municipio	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años	Hombres 75 - 84 años	Mujeres 75 - 84 años	Hombres 85 y más	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,436	0,887	0,723	0,979	0,999	0,328
Gibraleón	0,809	0,991	0,866	1	0,845	0,969
Huelva	1	0,917	1	1	0,998	0,972
Moguer	0,979	0,999	0,989	1	0,822	0,98
Niebla	0,944	0,804	0,412	0,998	0,898	0,887
Palos de la Frontera	0,039	0,931	0,77	0,993	0,989	0,996
Punta Umbría	0,957	0,82	0,999	0,993	0,657	0,998
San Juan del Puerto	0,989	0,99	0,736	1	0,981	0,999

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española (probabilidad >95%).

En la ciudad de Huelva se observa una mortalidad superior a la española a partir de los 15-44 años en hombres y mujeres. El exceso de la mortalidad comienza a los 45-64 años, en concreto entre las mujeres de Gibraleón y San Juan del Puerto. En una matriz con los grupos de menos de un año a 45-64 años y los 8 municipios (parte superior de la tabla) se incluyen 64 datos de los que sólo en 5 (7,8%) la mortalidad es superior a la española. En cambio, en una matriz con los grupos de 65 y más años, en los que se produce la gran mayoría de defunciones, y los 8 municipios (parte inferior de la tabla), se incluyen 48 datos y en 27 de ellos (56,25%) la mortalidad es mayor que la española. Destaca el grupo de mujeres de 75-84 años, en que en todos los municipios presenta una mortalidad superior a la española.

2.2.2. VIH-SIDA

Tabla 4. Mortalidad VIH-SIDA 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres 15 - 44 años	Mujeres 15 - 44 años	Hombres 45 - 64 años	Mujeres 45 - 64 años	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años
Aljaraque	0,326	0,713	0,547	0,341	0,215	0,183
Gibraleón	0,056	0,424	0,424	0,256	0,145	0,077
Huelva	1	0,995	0,975	0,43	0,124	0,16
Moguer	0,661	0,372	0,466	0,28	0,215	0,071
Niebla	0,429	0,399	0,523	0,224	0,147	0,033
Palos de la Frontera	0,261	0,253	0,59	0,318	0,192	0,085
Punta Umbría	0,532	0,601	0,508	0,28	0,205	0,122
San Juan del Puerto	0,308	0,304	0,364	0,289	0,173	0,087

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española.

La ciudad de Huelva en jóvenes (15-44 años) de ambos sexos y varones de 45-64 años muestra una mortalidad por VIH-SIDA superior a la española.

2.2.3. Cáncer colorrectal

Tabla 5. Mortalidad por cáncer de colon, recto y ano. 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres 15 - 44 años	Mujeres 15 - 44 años	Hombres 45 - 64 años	Mujeres 45 - 64 años	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años	Hombres 75 - 84 años	Mujeres 75 - 84 años	Hombres 85 y más	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,411	0,264	0,094	0,377	0,08	0,155	0,162	0,795	0,889	0,419
Gibraleón	0,34	0,215	0,465	0,601	0,251	0,585	0,412	0,553	0,322	0,738
Huelva	0,104	0,462	0,914	0,934	0,464	0,532	0,694	0,982	0,603	0,146
Moguer	0,488	0,303	0,81	0,19	0,926	0,579	0,22	0,609	0,229	0,812
Niebla	0,358	0,242	0,659	0,427	0,501	0,223	0,158	0,106	0,053	0,583
Palos de la Frontera	0,265	0,567	0,634	0,534	0,449	0,789	0,29	0,732	0,334	0,57
Punta Umbría	0,462	0,252	0,714	0,916	0,579	0,642	0,889	0,696	0,459	0,729
San Juan del Puerto	0,568	0,277	0,923	0,629	0,617	0,525	0,314	0,422	0,272	0,293

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española.

Sólo las mujeres de Huelva de 75-84 años presentan una mortalidad superior a la española, aunque existe algún otro grupo con una probabilidad de sobremortalidad por encima del 0,8.

2.2.4. Cáncer de pulmón

Tabla 6. Mortalidad por cáncer de pulmón. 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres 15 - 44 años	Mujeres 15 - 44 años	Hombres 45 - 64 años	Mujeres 45 - 64 años	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años	Hombres 75 - 84 años	Mujeres 75 - 84 años	Hombres 85 y más	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,481	0,321	0,957	0,952	0,67	0,169	0,802	0,232	0,867	0,674
Gibraleón	0,321	0,34	0,841	0,574	0,57	0,058	0,885	0,195	0,427	0,196
Huelva	0,901	0,628	0,936	0,753	1	0,701	1	0,525	0,754	0,858
Moguer	0,247	0,597	0,061	0,469	0,26	0,081	0,674	0,632	0,147	0,421
Niebla	0,287	0,491	0,386	0,169	0,565	0,032	0,604	0,251	0,172	0,229
Palos de la Frontera	0,278	0,413	0,142	0,516	0,241	0,155	0,793	0,962	0,181	0,685
Punta Umbría	0,357	0,356	0,602	0,123	0,995	0,396	0,999	0,259	0,276	0,232
San Juan del Puerto	0,46	0,51	0,415	0,62	0,671	0,19	0,552	0,261	0,519	0,387

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española.

En este caso la mortalidad es claramente mayor a la española en hombres y mujeres de 45-64 años en Aljaraque, hombres de 65-84 años de Huelva y Punta Umbría y en mujeres de 75-84 años de Palos de la Frontera.

2.2.5. Cáncer de mama en mujeres

Tabla 7. Mortalidad por cáncer de mama en 2010 en mujeres. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Mujeres 15 - 44 años	Mujeres 45 - 64 años	Mujeres 65 - 74 años	Mujeres 75 - 84 años	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,732	0,524	0,625	0,504	0,191
Gibraleón	0,898	0,699	0,431	0,347	0,35
Huelva	0,918	0,965	0,969	0,85	0,211
Moguer	0,954	0,831	0,647	0,512	0,441
Niebla	0,625	0,82	0,539	0,339	0,433
Palos de la Frontera	0,898	0,687	0,465	0,385	0,442
Punta Umbría	0,885	0,799	0,713	0,315	0,483
San Juan del Puerto	0,816	0,87	0,464	0,699	0,368

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española.

En comparación con el conjunto de España, casi todos los municipios presentan probabilidades de exceso de mortalidad bastante altas en el grupo de mujeres más jóvenes (15-44 años). Además, en la ciudad de Huelva se observa un claro exceso de mortalidad en todas las mujeres menores de 85 años.

2.2.6. Cáncer de vejiga

Tabla 8. Mortalidad por cáncer de vejiga en 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres 45 - 64 años	Mujeres 45 - 64 años	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años	Hombres 75 - 84 años	Mujeres 75 - 84 años	Hombres 85 y más	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,32	0,205	0,765	0,662	0,542	0,528	0,724	0,364
Gibraleón	0,31	0,185	0,588	0,477	0,735	0,617	0,36	0,228
Huelva	0,935	0,086	0,839	0,468	0,936	0,957	0,84	0,726
Moguer	0,527	0,253	0,798	0,633	0,608	0,459	0,271	0,62
Niebla	0,209	0,149	0,519	0,696	0,312	0,428	0,138	0,47
Palos de la Frontera	0,324	0,21	0,427	0,53	0,563	0,576	0,242	0,768
Punta Umbría	0,475	0,177	0,806	0,468	0,493	0,492	0,608	0,52
San Juan del Puerto	0,513	0,206	0,89	0,522	0,476	0,505	0,426	0,411

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española.

En la ciudad de Huelva las mujeres de 75-84 años presentan una mortalidad superior a la española y en menor medida los hombres a partir de los 65 años.

2.2.7. Enfermedad isquémica del corazón

Tabla 9. Mortalidad por enfermedad isquémica del corazón en 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres 15 - 44 años	Mujeres 15 - 44 años	Hombres 45 - 64 años	Mujeres 45 - 64 años	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años	Hombres 75 - 84 años	Mujeres 75 - 84 años	Hombres 85 y más	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,394	0,218	0,083	0,516	0,375	0,35	0,784	0,947	0,288	0,172
Gibraleón	0,453	0,238	0,461	0,671	0,723	0,944	0,499	0,998	0,816	0,945
Huelva	0,625	0,097	0,855	0,535	0,987	0,906	0,944	1	0,977	0,999
Moguer	0,454	0,371	0,367	0,569	0,978	0,977	0,791	0,997	0,678	0,99
Niebla	0,677	0,394	0,265	0,705	0,761	0,958	0,805	1	0,951	0,969
Palos de la Frontera	0,47	0,302	0,325	0,37	0,793	0,878	0,546	0,926	0,975	0,784
Punta Umbría	0,204	0,278	0,49	0,345	0,957	0,933	0,749	0,963	0,788	0,672
San Juan del Puerto	0,413	0,365	0,559	0,795	0,955	1	0,761	0,981	0,818	0,997

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española.

Se observa un patrón muy similar al descrito en el caso de la mortalidad por todas las causas, con una mortalidad superior a la española a partir de los 65 años, principalmente en Huelva, Moguer, Niebla, Punta Umbría y San Juan del Puerto; los hombres de la ciudad de Huelva de 45-64 años también muestran una mayor mortalidad.

2.2.8. Enfermedad cerebrovascular

Tabla 10. Mortalidad por enfermedad cerebrovascular en 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres 15 - 44 años	Mujeres 15 - 44 años	Hombres 45 - 64 años	Mujeres 45 - 64 años	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años	Hombres 75 - 84 años	Mujeres 75 - 84 años	Hombres 85 y más	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,195	0,219	0,536	0,334	0,718	0,384	0,785	0,705	0,828	0,789
Gibraleón	0,192	0,374	0,653	0,793	0,81	0,661	0,685	0,993	0,895	0,807
Huelva	0,367	0,121	0,972	0,911	0,999	0,527	0,965	0,986	0,989	0,992
Moguer	0,192	0,529	0,726	0,676	0,989	0,876	0,991	0,994	0,815	0,912
Niebla	0,381	0,53	0,798	0,76	0,958	0,96	0,936	0,968	0,766	0,52
Palos de la Frontera	0,263	0,483	0,635	0,468	0,877	0,854	0,46	0,688	0,554	0,548
Punta Umbría	0,33	0,52	0,189	0,618	0,937	0,298	0,85	0,646	0,384	0,932
San Juan del Puerto	0,278	0,511	0,471	0,605	0,955	0,822	0,955	0,967	0,772	0,868

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española.

En Huelva se observa que a partir de los 45-64 años la mortalidad siempre es superior a la española, excepto en el grupo de mujeres de 45-74 años. También destaca el grupo de mujeres de 75-84 en las que en 5 municipios (Gibraleón, Huelva, Moguer, Niebla y San Juan del Puerto) la mortalidad es superior a la española.

2.2.9. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Tabla 11. Mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica en 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres 15 - 44 años	Mujeres 15 - 44 años	Hombres 45 - 64 años	Mujeres 45 - 64 años	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años	Hombres 75 - 84 años	Mujeres 75 - 84 años	Hombres 85 y más	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,611	0,496	0,604	0,247	0,786	0,139	0,514	0,465	0,725	0,283
Gibraleón	0,759	0,467	0,489	0,406	0,762	0,064	0,645	0,021	0,555	0,045
Huelva	0,91	0,789	0,518	0,066	0,942	0,163	0,998	0,076	0,251	0,037
Moguer	0,907	0,605	0,12	0,152	0,44	0,264	0,522	0,369	0,284	0,181
Niebla	0,82	0,681	0,171	0,175	0,605	0,175	0,439	0,088	0,469	0,036
Palos de la Frontera	0,774	0,587	0,32	0,297	0,283	0,217	0,264	0,256	0,11	0,107
Punta Umbría	0,584	0,392	0,485	0,235	0,387	0,235	0,735	0,08	0,835	0,124
San Juan del Puerto	0,781	0,714	0,15	0,23	0,788	0,177	0,482	0,189	0,425	0,088

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española.

Los hombres en la ciudad de Huelva en los grupos de edad entre 65 y 84 años muestran una mayor mortalidad que el conjunto de España.

2.2.10. Accidentes de tráfico

Tabla 12. Mortalidad por accidentes de tráfico en 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres 1 - 14 años	Mujeres 1 - 14 años	Hombres 15 - 44 años	Mujeres 15 - 44 años	Hombres 45 - 64 años	Mujeres 45 - 64 años
Aljaraque	0,786	0,25	0,488	0,073	0,938	0,418
Gibraleón	0,734	0,156	0,819	0,241	0,964	0,237
Huelva	0,436	0,201	0,445	0,607	0,738	0,051
Moguer	0,359	0,288	0,874	0,984	0,782	0,498
Niebla	0,342	0,203	0,832	0,841	0,51	0,364
Palos de la Frontera	0,312	0,196	0,794	0,986	0,582	0,37
Punta Umbría	0,595	0,214	0,731	0,445	0,66	0,144
San Juan del Puerto	0,454	0,213	0,301	0,272	0,686	0,257

Municipio	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años	Hombres 75 - 84 años	Mujeres 75 - 84 años	Hombres 85 y más	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,282	0,451	0,152	0,35	0,945	0,096
Gibraleón	0,606	0,342	0,048	0,087	0,397	0,019
Huelva	0,13	0,752	0,104	0,227	0,342	0,034
Moguer	0,863	0,294	0,146	0,17	0,186	0,035
Niebla	0,703	0,051	0,045	0,125	0,102	0,018
Palos de la Frontera	0,545	0,232	0,167	0,201	0,229	0,058
Punta Umbría	0,471	0,387	0,153	0,144	0,358	0,051
San Juan del Puerto	0,538	0,239	0,096	0,178	0,247	0,041

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española.

Las mujeres de 15-44 años de Moguer y Palos de la Frontera y los hombres de 45-64 años de Huelva presentan una mortalidad superior a la española.

2.2.11. Enfermedad de Alzheimer

Tabla 13. Mortalidad por enfermedad de Alzheimer en 2010. Probabilidad de que la mortalidad de cada municipio sea superior a la del conjunto de España. Atlas Interactivo de Mortalidad de Andalucía (AIMA).

Municipio	Hombres 65 - 74 años	Mujeres 65 - 74 años	Hombres 75 - 84 años	Mujeres 75 - 84 años	Hombres 85 y más	Mujeres 85 y más
Aljaraque	0,707	0,46	0,565	0,15	0,965	0,421
Gibraleón	0,86	0,41	0,949	0,698	0,991	0,44
Huelva	0,907	0,167	0,995	0,818	0,927	0,987
Moguer	0,755	0,591	0,963	0,984	0,861	0,62
Niebla	0,688	0,735	0,749	0,76	0,678	0,519
Palos de la Frontera	0,642	0,507	0,713	0,801	0,9	0,805
Punta Umbría	0,862	0,456	0,577	0,64	0,958	0,604
San Juan del Puerto	0,847	0,522	0,981	0,957	0,925	0,519

En rojo se señalan aquellos municipios con una mortalidad significativamente mayor a la española, que son Huelva, Moguer y San Juan del Puerto en los hombres y mujeres de 75-84

años, Gibraleón y Punta Umbría y en menor medida Huelva en hombres de 85 y más años, y Huelva en mujeres de 85 y más años. En el grupo de 65-74 años, aunque ninguna de las probabilidades es superior al 0,95, parece existir una mayor mortalidad en Gibraleón, Huelva, Punta Umbría y San Juan del Puerto.

2.3. Morbilidad en La Ría de Huelva y su entorno.

2.3.1. Incidencia de cáncer. Primeros resultados del Registro de Cáncer de Andalucía en la provincia de Huelva.

El Registro de Cáncer de Andalucía (RCA) se creó en 2008. Las múltiples fuentes de información que deben identificarse y el acceso a las mismas puede limitar la exhaustividad de los registros de cáncer durante sus primeros años de funcionamiento. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) de la OMS ha establecido distintos criterios para evaluar la calidad en los registros de cáncer. Uno de los habitualmente utilizados es la exhaustividad, estimada a partir de la razón mortalidad/incidencia del tumor. Para el año 2009 (primer año de registro en el RCA de Huelva y, por ello, del que se disponen los datos más completos) en el caso del cáncer de pulmón la razón mortalidad/incidencia en la provincia de Huelva fue de 0,95 para los hombres y 1,0 para las mujeres. Estos resultados son comparables a los de otros registros, como el de la provincia de Granada, con cerca de 30 años de actividad.

En este apartado se analiza la incidencia, en el año 2009, de cáncer de pulmón, vejiga, colon-recto (hombres y mujeres) y mama (solo mujeres) en el Distrito Sanitario Huelva-Costa (DSHC); este distrito incluye Huelva capital, municipios de Ría de Huelva, municipios del interior de pequeño tamaño de población, y municipios de la costa como Isla Cristina o Ayamonte. Además, se compara con el conjunto de la provincia de Huelva, España (2008) y la Unión Europea (2008). Los resultados de este análisis se presentan en la tabla 14.

Tabla 14. Incidencia anual de algunos tipos de cáncer (por 100.000 habitantes) en el Distrito Sanitario Huelva-Costa (DSHC), en la provincia de Huelva, en España y en la Unión Europea. Fuente: Registro de Cáncer de Andalucía.

	DSHC, 2009	Provincia de Huelva, 2009	España, 2008	Unión Europea, 2009
HOMBRES				
PULMÓN	80,5	71,0	77,8	70,6
COLON- RECTO	47,3	48,7	60,4	60,5
VEJIGA	55,3	47,9	41,5	28,3
MUJERES				
PULMÓN	10,6	7,9	10,7	22,2
COLON- RECTO	28,9	31,4	34,1	37,2
MAMA	77,1	71,1	81,1	103,7
VEJIGA	5,2	6,0	4,8	5,8

Hasta el año 2012, el RCA en Huelva solo ha registrado tumores sólidos. En 2013 se ha iniciado la recogida de información de todas las localizaciones tumorales y es previsible que se disponga de información de otras localizaciones, como leucemias, a partir de 2014.

3. ACTUALIZACIÓN EN EL PERIODO 2009-2012 DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE CONDICIONANTES DE LA SALUD EN LA RÍA DE HUELVA Y SU ENTORNO

3.1. El medio social

En el informe del Dr. Daponte se describe la situación de pobreza tradicional de Andalucía Occidental, y de la Ría de Huelva en particular. A pesar de la instalación del Polo Químico, y de las mejoras posteriores de las condiciones de vida y en sus condicionantes sociales, la situación socioeconómica de la Ría de Huelva presenta todavía peores indicadores del medio social que el resto de España.

3.1.1. Mortalidad en la ciudad de Huelva según indicadores de privación social

Recientemente se ha dispuesto de los resultados de un análisis de las desigualdades sociales en la mortalidad general y por causas específicas en el municipio de Huelva (Santos Sánchez, 2013). Dada la relevancia de este análisis para los objetivos de este dictamen, sus principales resultados se resumen a continuación. En concreto, usando como referencia el conjunto de la ciudad de Huelva, se incluyen mapas de la distribución por sección censal de la razón de mortalidad estandarizada (RME), tanto cruda como suavizada; también se incluyen mapas con la probabilidad de que la RME de cada sección sea superior a la del conjunto de la ciudad. Por último, y para examinar el efecto de la privación socioeconómica sobre la mortalidad se estiman riesgos relativos de muerte según categoría de un indicador de privación construido en cada sección a partir de las siguientes variables: % sujetos con bajo nivel de estudios, % de sujetos desempleados, y % de trabajadores no cualificados. Específicamente calculan 5 categorías de este indicador, en el que la categoría 1 representa el nivel de menor privación y el 5 el de mayor privación. Los datos se presentan por separado en cada sexo, y para 3 periodos de tiempo: 1992-1997, 1998-2002, y 2003-2007.

Figura 17. Distribución espacial (sección censal) de la mortalidad por todas las causas. **Razón de mortalidad estandarizada (RME) cruda.** Ciudad de Huelva. **HOMBRES.** (Santos Sánchez, 2013).

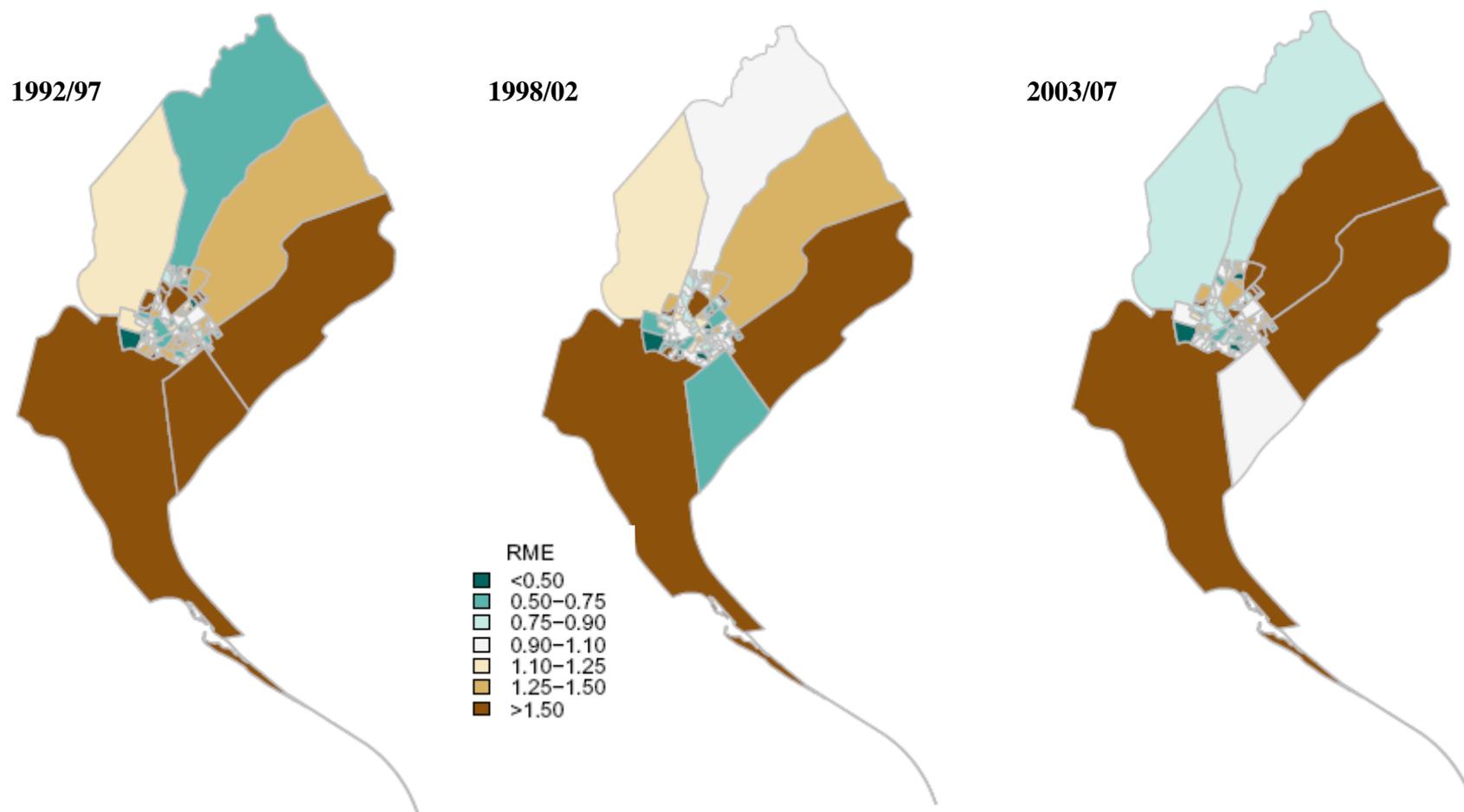


Figura 18. Distribución espacial (sección censal) de la mortalidad por todas las causas. **Razón de mortalidad estandarizada (RME) suavizada.** Ciudad de Huelva. **HOMBRES.** (Santos Sánchez, 2013).

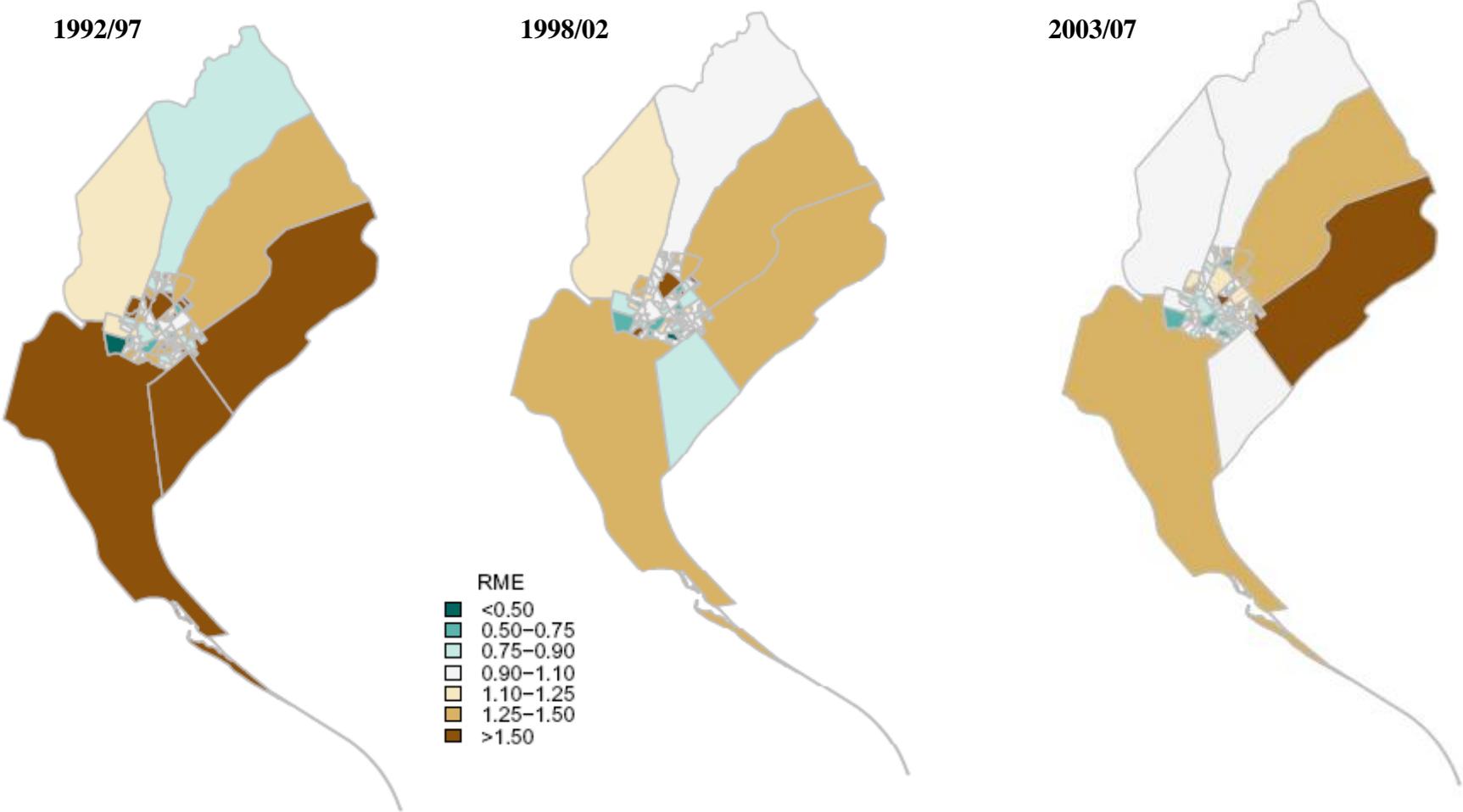


Figura 19. Distribución espacial (sección censal) de la mortalidad por todas las causas. Probabilidad de que la razón de mortalidad estandarizada (RR) en cada sección sea superior a las del conjunto de la ciudad de Huelva. **HOMBRES.** (Santos Sánchez, 2013). Si ≥ 0.8 : **Secciones censales con exceso de riesgo**
Si ≤ 0.2 : **Secciones censales con defecto de riesgo.** Si 0.2-0.8: **secciones censales sin exceso o defecto de riesgo.**

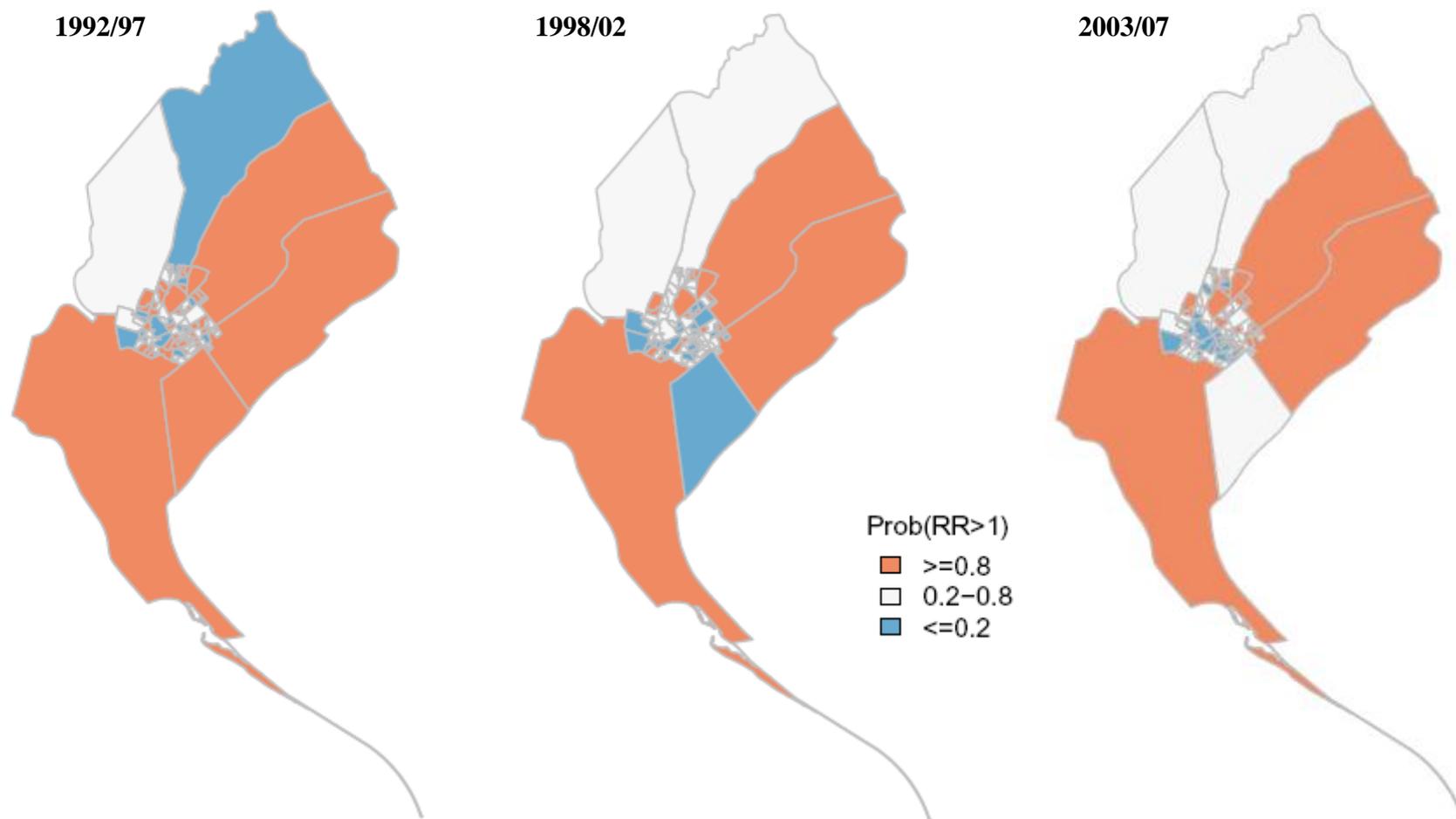


Tabla 15. Riesgo relativo, e intervalo de confianza 95%, de muerte por todas las causas según la privación social de la sección censal en la ciudad de Huelva en tres periodos de tiempo. **HOMBRES.** (Santos Sánchez, 2013).

	1992-1997		1998-2002		2003-2007	
IP_SC	Riesgo relativo	Intervalo de confianza 95%	Riesgo relativo	Intervalo de confianza 95%	Riesgo relativo	Intervalo de confianza 95%
1	1	- -	1	- -	1	- -
2	1,12	0,87-1,44	0,98	0,77-1,23	1,04	0,82-1,30
3	1,34	1,03-1,74	1,23	0,98-1,54	1,25	0,99-1,55
4	1,51	1,12-2,01	1,37	1,07-1,76	1,39	1,07-1,78
5	2,01	1,54-2,66	1,52	1,20-1,92	1,44	1,11-1,81

IP-SC: índice de privación social. Cuanto mayor es la categoría del IP_SC mayor es la privación. En negrita se presentan los resultados estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

Los principales resultados de este análisis entre los hombres son los siguientes:

1. Las secciones censales de mayor riesgo de muerte por todas las causas se ubican sobre todo en las zonas adyacentes a los ríos Tinto y Odiel, con alguna excepción de interés. El tamaño, comparativamente mucho mayor de estas secciones respecto a las del centro histórico, distorsiona la impresión visual.
2. En el casco histórico las secciones con mayor riesgo de muerte se localizan al norte de la ciudad.
3. Hay que identificar con estudios adicionales cuáles son los barrios o barriadas de mayor o menor riesgo de mortalidad. Esta tarea es imprescindible para profundizar en el análisis de *las causas de las causas de la mayor mortalidad*.
4. En cada uno de los períodos se identifica la presencia de desigualdad en el riesgo de muerte, presentando un gradiente social claro, de acuerdo con el nivel de privación de la sección censal. Cuanto mayor es la privación, mayor es el riesgo de muerte, tomando como referencia las secciones censales de nivel 1 (las de menor privación).
5. La desigualdad social en el riesgo de muerte se ha reducido. Las secciones censales con mayor privación han pasado de presentar un riesgo de muerte 2,01 veces mayor que las secciones de nivel 1, a 1,44 veces. El gradiente social es progresivamente menos marcado en los períodos 1997-2002 y 2003-2007, respecto del primer período.

Figura 20. Distribución espacial (sección censal) de la mortalidad por todas las causas. **Razón de mortalidad estandarizada (RME) cruda.** Ciudad de Huelva. **MUJERES.** (Santos Sánchez, 2013).

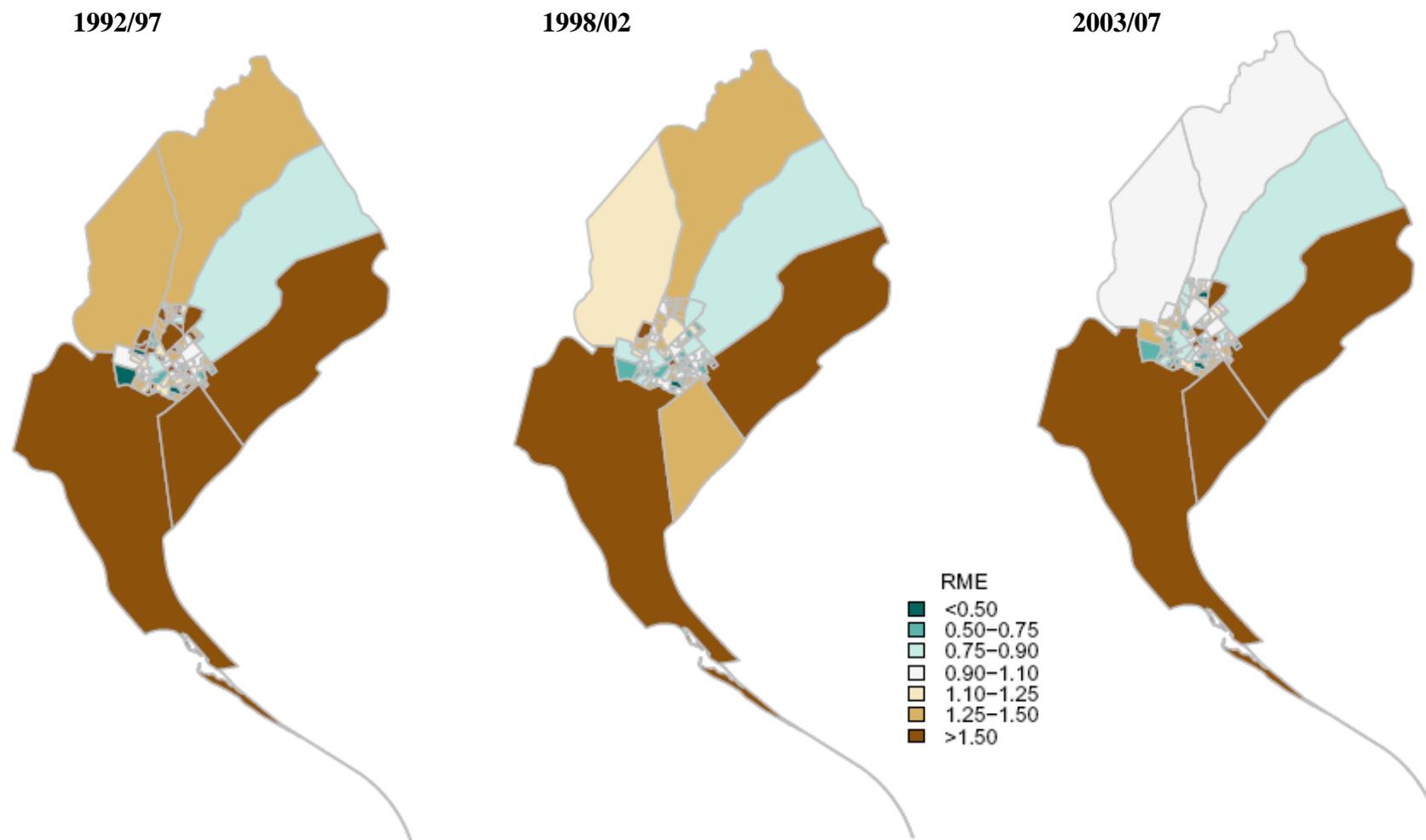


Figura 21. Distribución espacial (sección censal) de la mortalidad por todas las causas. Razón de mortalidad estandarizada (RME) suavizada. Ciudad de Huelva. **MUJERES.** (Santos Sánchez, 2013).

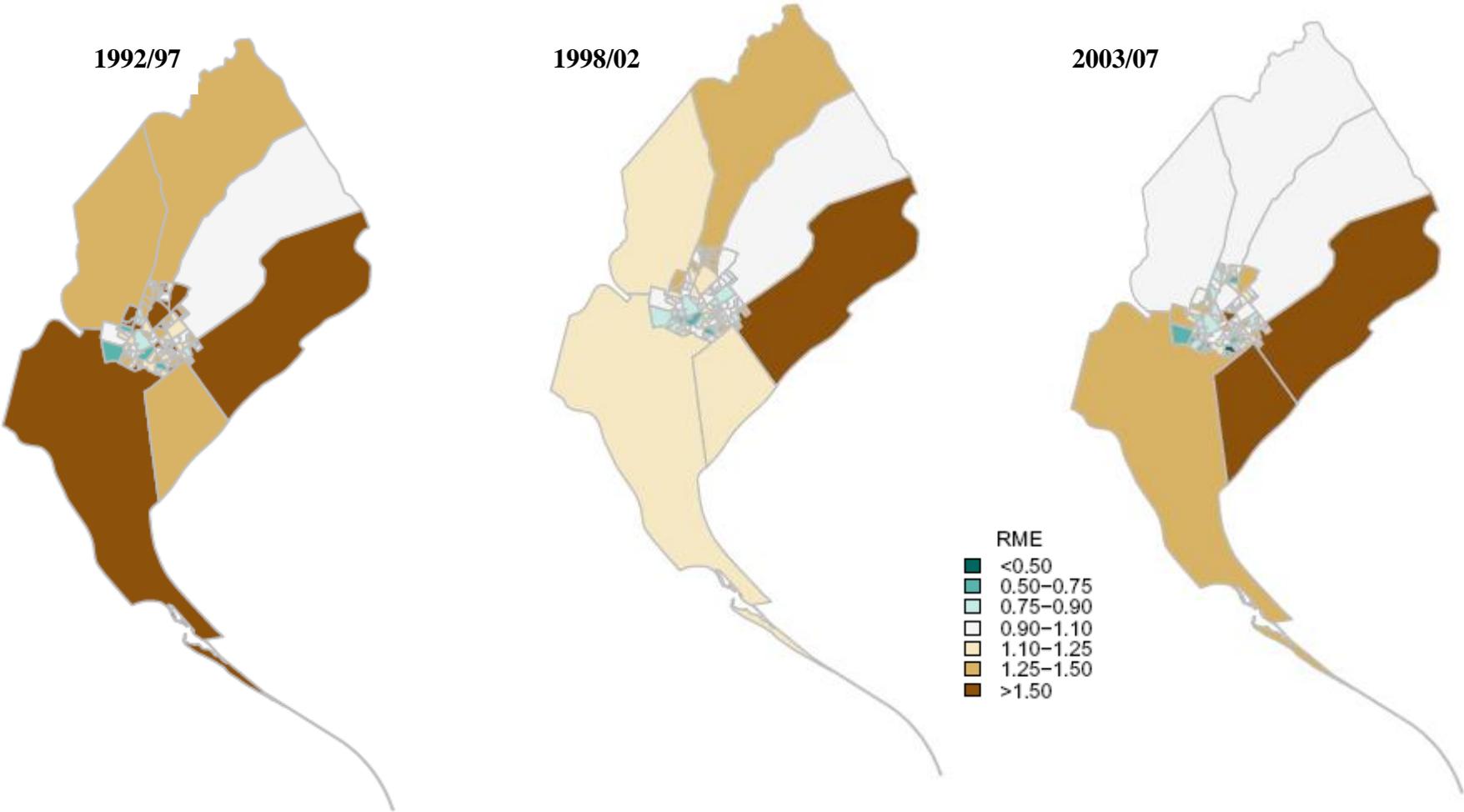


Figura 22. Distribución espacial (sección censal) de la mortalidad por todas las causas. Probabilidad de que la razón de mortalidad estandarizada (RR) en cada sección sea superior a las del conjunto de la ciudad de Huelva. **MUJERES.** (Santos Sánchez, 2013). Si ≥ 0.8 : Secciones censales con exceso de riesgo. Si ≤ 0.2 : Secciones censales con defecto de riesgo. Si 0.2-0.8: secciones censales sin exceso o defecto de riesgo.

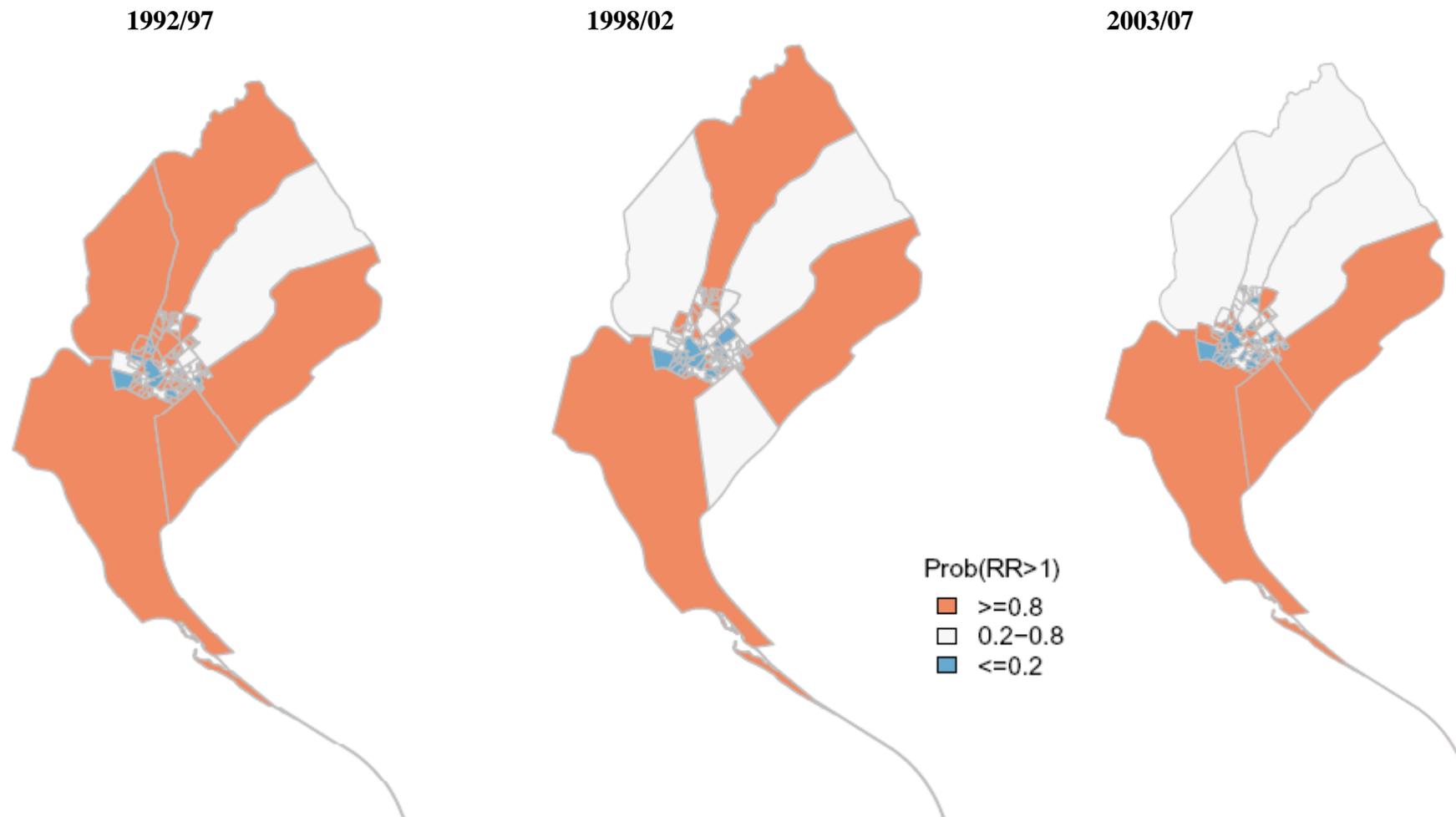


Tabla 16. Riesgo relativo, e intervalo de confianza 95%, de muerte por todas las causas según la privación social de la sección censal en la ciudad de Huelva en tres periodos de tiempo. **MUJERES.** (Santos Sánchez, 2013).

	1992-1997		1998-2002		2003-2007	
IP_SC	Riesgo relativo	Intervalo de confianza 95%	Riesgo relativo	Intervalo de confianza 95%	Riesgo relativo	Intervalo de confianza 95%
1	1	-	1	-	1	-
2	1,10	0,85-1,44	1,16	0,93-1,42	1,15	0,88-1,48
3	1,38	1,07-1,80	1,23	0,98-1,50	1,33	1,01-1,71
4	1,33	1,00-1,77	1,54	1,21-1,93	1,51	1,12-2,01
5	1,47	1,12-1,90	1,45	1,14-1,79	1,42	1,07-1,85

IP_SC: índice de privación social. Cuanto mayor es la categoría del IP-SC mayor es la privación. En negrita se presentan los resultados estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

En el caso de las mujeres, los principales resultados son los siguientes:

1. A grandes rasgos el patrón espacial de la mortalidad es similar al observado en los hombres. Las secciones censales (SC) con mayores RME son las adyacentes a los ríos Odiel y Tinto o las situadas en la parte noroeste por encima del casco urbano. Las SC con menores RME se sitúan en el casco histórico. Se observa un claro contraste entre centro y periferia respecto a las secciones de alto (periferia) y bajo riesgo de mortalidad (centro).
2. Se identifica la presencia de desigualdad social en el riesgo de muerte en cada uno de los períodos analizados. En general cuanto mayor es la privación de la sección censal mayor es el riesgo de muerte, tomando como referencia las secciones censales de nivel 1 (las de menor privación), aunque el gradiente social es menos marcado que el observado en los hombres.
3. En 1992-97 las secciones de nivel 5 presentaban un riesgo de muerte un 47% más alto que las secciones de nivel 1, en 2003-2007 fue un 42%.

Para identificar las causas concretas de la mayor mortalidad en las secciones censales con mayor privación social, se ha realizado un análisis de la mortalidad por las principales enfermedades agrupando datos para el periodo 1992-2007 (Escolar-Pujolar, 2012). Las enfermedades estudiadas son las infecciosas, el SIDA, la enfermedad coronaria, el conjunto de los tumores malignos, el cáncer de pulmón, el cáncer de mama y la cirrosis. Los resultados se expresan a través de dos indicadores:

- a) Riesgo atribuible poblacional (RAP) (%). Se interpreta como el porcentaje en el que podría haberse reducido la mortalidad por la causa analizada si la mortalidad hubiese sido igual a la de las secciones censales con menor privación.
- b) Índice relativo de desigualdad (IRD). Se interpreta como cuanto más riesgo de mortalidad por la causa analizada tienen las personas de las secciones censales de mayor privación respecto a personas de las secciones de menor privación, considerando el peso de población en cada categoría del Índice de Privación.

Los resultados para el total de sujetos y para los de 35-64 años de edad se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 17. Medidas de desigualdad social (según indicador de privación social a través de las secciones censales de la ciudad de Huelva) en la mortalidad por causas específicas, según sexo. Periodo 1992-2007.

Causa	Edad	Indicador de desigualdad social	Resultados	
			Mujeres	Hombres
Enfermedades infecciosas y parasitarias	Todas las edades	RAP%	24,8	61,5
		IRD	3,4	17,6
	35-64 años	RAP%	63	61,5
		IRD	18,3	5,9
SIDA	Todas las edades	RAP%	51,7	67,5
		IRD	14,9	8,2
	35-64 años	RAP%	57	62,2
		IRD	20,4	7,2
Enfermedad coronaria del corazón	Todas las edades	RAP%	15,6	9,7
		IRD	1,58	1,3
	35-64 años	RAP%	22,6	28,6
		IRD	3,8	2,4
Tumores malignos	Todas las edades	RAP%	11,9	13,1
		IRD	1,5	1,8
	35-64 años	RAP%	5,2	19,3
		IRD	1,6	2,9
Cáncer de pulmón	Todas las edades	RAP%	0,8	22,6
		IRD	1,2	2,5
	35-64 años	RAP%	----*	21,0
		IRD	2,2	4,0
Cáncer de mama	Todas las edades	RAP%	9,5	NA
		IRD	1,6	NA
	35-64 años	RAP%	12,1	NA
		IRD	2,6	NA
Cirrosis	Todas las edades	RAP%	37,1	44
		IRD	3,8	4,5
	35-64 años	RAP%	22,9	43,9
		IRD	5,0	5,2

NA: No aplicable; RAP: Riesgo atribuible poblacional en %; IRD: Índice relativo de desigualdad.

* No se ha calculado porque, en el período analizado, la tasa del conjunto de la ciudad de Huelva es inferior a la de las SC de menor privación, y el RAP% sería negativo.

Según se aprecia en la tabla una parte muy importante de las diferencias de mortalidad por causas específicas entre secciones censales en la ciudad de Huelva está asociada a la privación social. Si bien serían necesarios estudios de base individual para establecer causalidad, la consistencia de

resultados sugiere un peso importante para factores socioeconómicos en las enfermedades estudiadas. En concreto, tanto en las mujeres como en los hombres, más de la mitad de la mortalidad por enfermedades infecciosas y SIDA sería potencialmente evitable mediante la eliminación de las desigualdades intercensales en el indicador de privación social. Aunque en menor medida, la mortalidad por cirrosis y por cáncer de pulmón también podría reducirse de forma sustancial si se eliminaran las diferencias en el índice de privación social entre secciones censales. Otros estudios recientes en ciudades españolas también han encontrado resultados en la misma dirección, es decir la privación social se asocia con mayor mortalidad (Borrell y cols, 2010; Martínez-Beneito y cols, 2013).

3.2. Estilos de vida

En este epígrafe se presenta la información disponible más reciente sobre la exposición a los principales factores conductuales de riesgo, a partir de los datos de la Encuesta Andaluza de Salud (EAS) de los años 2003, 2007 y 2011 (Consejería de Igualdad, Salud y Políticas Sociales, Junta de Andalucía). Los datos corresponden al total de la provincia de Huelva, y se comparan con los del resto de provincias andaluzas y en algunos casos se desagregan según nivel de estudios y dificultad para llegar a fin de mes.

Es de destacar que en Huelva, el porcentaje de población que consume tabaco a diario ha aumentado, en cada sexo, en el periodo 2003 a 2011. De hecho, tras Almería es la segunda provincia con mayor consumo de tabaco en 2011, tanto en hombres como en mujeres (tabla 18).

El consumo de tabaco no presentó en 2007 un claro gradiente educativo en los hombres de Huelva, mientras en las mujeres mostró un gradiente inverso, de forma que la prevalencia de tabaquismo fue mayor en las que tenían estudios universitarios (tabla 19). En la EAS-2011 sin embargo se observa un gradiente social claro en los hombres, y de nuevo de sentido contrario al de las mujeres. En 2011, en los hombres sin estudios o con estudios primarios, la prevalencia aumenta respecto a 2007, mientras en las mujeres aumenta en las mujeres con estudios universitarios y disminuye en las de sin estudios.

Tabla 18. Prevalencia (%) de fumadores a diario por sexo. Andalucía y provincias. Encuesta Andaluza de Salud 2003, 2007 y 2011.

	2003		2007		2011	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Almería	42,02	17,79	38,75	24,49	42,91	30,47
Cádiz	38,88	26,61	35,70	22,04	37,71	27,08
Córdoba	43,95	23,60	43,87	22,69	36,68	23,34
Granada	37,31	20,94	43,09	25,00	31,10	25,34
Huelva	35,57	26,49	40,29	26,77	41,33	28,30
Jaén	50,37	24,21	43,61	20,74	29,12	20,45
Málaga	33,65	21,15	36,79	23,67	39,32	24,84
Sevilla	39,46	23,51	38,45	21,74	35,84	24,04
Andalucía	39,47	23,12	39,36	23,05	36,77	25,20

Tabla 19. Prevalencia (%) de consumo de tabaco* según nivel de estudios en 2007. Provincia de Huelva. Encuesta Andaluza de Salud, 2007 y 2011.

	Hombres		Mujeres	
	EAS-2007	EAS-2011	EAS-2007	EAS-2011
Sin estudios	55,56	73,33	25,71	17,14
Estudios primarios	66,41	78,64	46,28	46,02
Estudios secundarios	57,69	53,06	42,11	47,37
Estudios universitarios	52,00	34,48	47,83	53,85

*Fumador actual+exfumador,

Tabla 20. Desigualdades sociales en el riesgo de fumar (Odds Ratios-OR) según el nivel de estudios y la dificultad para llegar a fin de mes. Provincia de Huelva. Encuesta Andaluza de Salud (EAS) 2011.

	HOMBRES			MUJERES		
	OR*	S.E.^	p	OR	S.E.	p
Edad	1.04	0.01	<i>0.001</i>	0.95	0.01	<i>0.001</i>
Nivel de estudios:						
Est. Universitarios	1	-	-	1	-	-
Est. Secundarios	2.26	0.49	<i>0.10</i>	0.55	0.54	<i>0.27</i>
Sin estudios + Primarios	5.26	0.46	<i>0.00</i>	0.91	0.46	<i>0.84</i>

	HOMBRES			MUJERES		
	OR*	S.E.	p	OR	S.E.	p
Edad	1.05	0.01	<i>0.001</i>	0.95	0.01	<i>0.001</i>
Dificultad para llegar a fin de mes:						
Con facilidad o mucha facilidad	1	-	-	1	-	-
Con alguna facilidad	1.53	0.39	<i>0.28</i>	1.82	0.39	<i>0.12</i>
Con alguna dificultad	2.83	0.47	<i>0.03</i>	1.87	0.47	<i>0.17</i>
Con dificultad o mucha dificultad	6.70	0.69	<i>0.001</i>	2.35	0.47	<i>0.07</i>

* En negrita OR significativos ; ^ S.E. = error estándar

En la última Encuesta Andaluza de Salud de 2011 (tabla 20), se constata la existencia de importantes desigualdades sociales en el riesgo fumar, significativas en el caso de los hombres. Respecto al nivel de estudios, ajustando por edad, se observa como los hombres sin estudios o con estudios primarios tenían un riesgo 5,26 veces mayor de ser fumador que aquellos con estudios universitarios. En las mujeres se observa un patrón contrario aunque no significativo. Si utilizamos como filtro de la

desigualdad la variable dificultad para llegar a fin de mes se identifica un gradiente social muy destacado y significativo en los hombres; aquellos con dificultad o mucha dificultad en llegar a fin de mes presentan un riesgo 6,70 veces más alto de ser fumador que los que lo hacen con facilidad o mucha facilidad. Todo ello pone de manifiesto la necesidad de considerar la desigual distribución social del riesgo de fumar en los planes de intervención contra el tabaquismo en la provincia de Huelva.

Tabla 21. Prevalencia (%) de personas que consumen fruta a diario por sexo y provincia en 2007 y 2011, Encuesta Andaluza de Salud de 2007 y 2011.

	2007		2011	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Almería	41,33	51,43	62,4	66,8
Cádiz	52,47	55,11	63,1	64,0
Córdoba	51,61	63,28	68,3	83,3
Granada	48,07	58,33	59,9	76,0
Huelva	41,26	53,03	58,2	70,8
Jaén	54,51	57,04	73,2	80,3
Málaga	44,15	53,95	57,6	69,0
Sevilla	47,28	53,69	47,6	54,8
Andalucía	47,67	55,54	59,2	68,0

Tabla 22. Prevalencia (%) de personas que consumen verduras a diario por sexo y provincia en 2007 y 2011, Encuesta Andaluza de Salud de 2007 y 2011.

	2007		2011	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Almería	22,14	31,43	38,7	53,1
Cádiz	16,77	25,85	14,6	20,2
Córdoba	15,81	17,91	55,5	70,7
Granada	22,93	32,29	37,8	51,2
Huelva	29,61	38,89	26,5	32,1
Jaén	11,65	17,41	53,6	59,9
Málaga	17,56	20,61	41,4	54,7
Sevilla	27,72	35,70	30,5	38,2
Andalucía	20,88	27,54	35,9	45,9

Tabla 23. Prevalencia (%) de personas con obesidad por sexo y provincia de 2003 a 2011, Encuesta Andaluza de Salud de 2003, 2007 y 2011,

	2003		2007		2011	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Almería	11,99	13,17	9,59	8,98	20,21	19,53
Cádiz	9,54	14,08	13,12	17,03	13,98	19,17
Córdoba	12,41	17,90	8,39	13,73	15,99	23,03
Granada	15,13	12,61	9,12	11,98	17,73	22,91
Huelva	14,52	10,48	15,53	19,19	18,88	17,92
Jaén	13,01	15,11	8,65	12,59	21,46	23,42
Málaga	12,39	7,83	12,04	17,07	14,56	20,28
Sevilla	17,26	14,74	15,22	14,50	12,83	18,36
Andalucía	13,56	13,16	11,98	14,71	15,89	20,29

En el periodo 2003 a 2011, el consumo de fruta en Huelva ha crecido en ambos sexos, sin embargo ha disminuido el de verduras (tablas 21 y 22). Por otro lado, en el año 2011, sólo el 25,5% y el 8,5% declaran realizar actividad física de forma regular. Respecto a 2003 la obesidad ha aumentado en ambos sexos, situándose en 2011 la prevalencia de obesidad (índice de masa corporal ≥ 30 kg/m²) en Huelva en 17,9% en mujeres y 18,8% en hombres (tabla 23).

En las mujeres se identifica una importante desigualdad social en la frecuencia de obesidad según el nivel de estudios, de forma que cuanto menor es el nivel de estudios mayor es la frecuencia de obesidad: 4,0% en universitarias, 12,1% en el grupo de estudios secundarios y 25,0% en mujeres sin estudios o con estudios primarios.

3.3. Factores medioambientales

En el informe del Dr. Antonio Daponte se revisa la información disponible sobre la situación medioambiental de la Ría de Huelva y su impacto sobre la salud, en particular a partir del “Diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria del entorno de la Ría de Huelva” realizado a mitad de la década pasada por investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y de la Escuela Andaluza de Salud Pública (CSIC, 2004). Dado que hay una demanda explícita de la ciudadanía para conocer el impacto sobre la salud derivado de la contaminación medioambiental del entorno de la Ría de Huelva, y el posible papel de la actividad industrial, hemos ampliado la extensión de este apartado, a pesar de que el reciente Informe del Dr. Antonio Daponte aborda el tema con seriedad y solvencia. En concreto se ha actualizado la información disponible al respecto, y se ha ampliado el resumen de los hallazgos de los estudios sobre el impacto del medio ambiente en la salud pública onubense disponible en el informe del Dr. Daponte. Aunque el dictamen actual es diferente, nuestras conclusiones son coincidentes con la gran mayoría de las suyas. Por último, hemos intentado que el texto sea lo más comprensible posible para el conjunto de la ciudadanía.

Contextualización de los estudios del “Diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria del entorno de la Ría de Huelva”

Los estudios en los que se basa el “Diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria del entorno de la Ría de Huelva” responden a una “Proposición no de Ley en Comisión” por parte del Grupo Parlamentario Federal de Izquierda Unida por la que se instó al Gobierno “a la creación, en el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), de una Comisión Técnica para la realización de un diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria del entorno de la Ría de Huelva, a elaborar un plan de recuperación integral de la misma y a poner en marcha en la ciudad de Huelva un centro de I+D sobre contaminación industrial y procesos de corrección”. Dicha proposición fue admitida a trámite el 16 de febrero de 1999 en el Palacio del Congreso de los Diputados.

Cabe destacar que la proposición se solicitó apenas un mes después de la rotura de una de las balsas de fosfoyesos, que tuvo como consecuencia el vertido al río Tinto, según cifras oficiales, de aproximadamente 50.000 metros cúbicos de aguas ácidas ricas en metales pesados, fluoruros, fosfatos y arsénico. Sin duda, el acontecer del desastre ecológico y la reacción de la ciudadanía influyó en la respuesta por parte de los poderes públicos para mitigar una problemática que una parte de la ciudadanía de Huelva venía denunciando desde hacía más de una década. También se debe tener en cuenta que se había iniciado el desarrollo de un plan de restauración en el Parque Nacional de Doñana por el antecedente reciente de la rotura de una balsa minera en Aznalcóllar. Si bien la administración ya había iniciado medidas correctoras (Sainz y cols, 2005) anteriormente a dichos sucesos, todavía no se había reaccionado de forma contundente para implicar a la comunidad científica en la problemática. Esta contextualización es relevante porque el trabajo realizado y los resultados obtenidos en los estudios asociados al “Diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria del entorno de la Ría de Huelva” se deben valorar teniendo en cuenta la exhaustividad y validez con la que responden a la “Proposición no de Ley en Comisión” que generó la creación de dicho diagnóstico. En dicho sentido, la citada petición parlamentaria incluía, entre otros puntos, el siguiente texto:

«1. Crear en el seno del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) una Comisión Técnica para la realización de un diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria del entorno de la ría de Huelva, que trate, al menos, los siguientes aspectos:

- a) Estudio geológico de la situación actual de las Marismas del Rincón y Mendaña en Huelva, en el que se especifique la incidencia que tiene el vertido de fosfoyesos en su configuración natural.*
- b) Consecuencias en el medio natural en general, y específicamente en el río Tinto y su fauna, de la rotura del embalse de decantación el pasado 31 de diciembre.*
- c) Consecuencias medioambientales en el entorno de la ría de Huelva de la contaminación acumulada durante décadas a causa de los vertidos industriales y el arrastre de contaminantes desde la cuenca pirítica.*
- d) Repercusión, en su caso, en la salud de las personas por la incorporación de las sustancias liberadas a la cadena trófica, tanto por vertido producido desde este embalse de decantación, como por los vertidos, incluidos los atmosféricos, que históricamente se han venido produciendo.*
- e) Informe sobre el estado de ejecución del "Proyecto de Reordenación del Vertido de Yesos a las Marismas del Rincón (Huelva)" y sobre la adecuación de las obras y vertidos realizados con el citado Proyecto. »*

En este sentido, el “Diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria del entorno de la Ría de Huelva”, a pesar del extenso y eficiente trabajo realizado por el CSIC y los diferentes organismos colaboradores, deja sin una respuesta definitiva la cuestión de si los contaminantes ambientales de la zona de influencia de la Ría de Huelva han llegado a la población y han contribuido a afectar su salud. Esto es así por las dificultades existentes para responder este tipo de preguntas.

Es relevante tener en cuenta que si bien una caracterización de la exposición ambiental es sólo una etapa de una evaluación de salud pública, dicha caracterización es el paso central en una evaluación medio-ambiental. Además, para que esta sea plenamente informativa, debe incluir estudios que correlacionen las emisiones de las fuentes antropogénicas de contaminantes con los niveles acumulados en el medio ambiente, y de estudios que asocien los contaminantes en el medio ambiente con la acumulación de contaminantes en humanos. Dichos estudios ayudarían a aclarar si las asociaciones entre contaminación y efectos en salud tienen una componente de causalidad y a identificar áreas de intervención.

3.3.1. Entrada de contaminantes en la población de la Ría de Huelva por la vía de la cadena trófica

Para determinar la exposición de la población y estudiar su correlación con los niveles de contaminantes emitidos por las diferentes fuentes es importante comprender la complejidad del proceso de entrada de contaminantes por la denominada vía trófica.

En el caso de la Ría de Huelva, algunas actividades industriales y mineras pueden provocar que algunos contaminantes perjudiciales para la salud humana alcancen a ríos y campos cercanos, y posteriormente se acumulen en las personas que residen en la proximidad o que consumen sus productos. En la mayoría de casos, dicha acumulación no provocará efectos a corto plazo pero es posible que se produzcan a largo plazo. Una de las vías de entrada más importantes para la acumulación de contaminantes en el cuerpo es la cadena alimentaria.

La cadena alimentaria se define por las relaciones alimenticias normalmente lineales entre organismos de diferentes niveles de la escala trófica. La cadena trófica está dividida en dos grandes categorías: la cadena o red de pastoreo, que se inicia con las plantas verdes, algas o plancton, y la cadena o red de detritos que comienza con los detritos orgánicos. En la red de pastoreo, los materiales pasan desde las plantas a los consumidores de plantas, algas o plancton y de éstos a los consumidores de carne, situándose la especie humana en lo de alto de dicha cadena. La red de detritos es independiente de la de pastoreo, pero en lo más alto también están especies omnívoras como el hombre. Por ello, los contaminantes que el hombre vierte al medio ambiente pueden volver finalmente a las personas. En el caso de la tierra, la vía es a través de las plantas, consumidas por los animales herbívoros, éstos por los animales carnívoros; y finalmente unos y otros consumidos por el hombre. Por todo ello, se debe vigilar los niveles de contaminantes en la tierra, el agua y en diferentes poblaciones vegetales y animales, especialmente en áreas, como la de la Ría de Huelva, donde existen actividades industriales y mineras que generan residuos potencialmente perjudiciales para la salud.

3.3.1.1. Biodisponibilidad de metales en sedimentos de la Ría de Huelva

La Ría de Huelva presenta una elevada concentración de metales pesados procedentes de actividades antropogénicas (minería e industria) que se depositan en los sedimentos de los estuarios.

Una posible vía de entrada de contaminantes en el medio ambiente del área de la Ría de Huelva sería por el consumo de pescado o marisco local contaminado. A continuación se revisa la evidencia científica sobre esta posibilidad.

El aporte de metales pesados en la Ría de Huelva procede principalmente de las actividades mineras y de la industria (Sainz y cols, 2005). Respecto a la contribución de la minería, los Ríos Tinto y Odiel bajan por la parte central y este de la Faja Pirítica ibérica (250 Km de largo y 50 Km de ancho), zona muy rica en sulfuros masivos polimetálicos, cuya reserva original se ha estimado en unos 1700 millones de toneladas distribuidas en más de 50 depósitos (Olías y cols, 2004). Dichas reservas se han explotado desde los tiempos de los fenicios y los romanos, pero fue a partir de 1873, momento en que las minas se vendieron a una empresa británica, cuando la explotación fue más intensa gracias a la posibilidad de transportar el metal vía ferrocarril hasta el puerto del Tinto en Huelva. En 1954 las minas pasan a ser propiedad de empresas españolas. Esta actividad ha producido 57 pilas (107Hm^3) y 10 escombreras de residuos de minería (42Hm^3) (Sainz y cols, 2005), que generan aguas ácidas de drenaje derivadas de los residuos de pirita. Los sulfuros son estables y muy insolubles en condiciones redox, pero la actividad antropogénica los ha expuesto a las condiciones atmosféricas, provocando reacciones de oxidación que generan acidez y sulfatos y liberan hierro y otros metales y metaloides (Cánovas y cols, 2007) que drenan en los Ríos Tinto y Odiel. Por otro lado, el Polo Químico de Huelva ha sido el otro gran contribuyente de contaminantes a la Ría de Huelva, con vertidos anuales de 50,000 toneladas (t) de ácido sulfúrico, 700,000 t de sulfatos y 12,000 t de metales pesados hasta 1987, cuando se prohibió el vertido directo (Sainz y cols, 2005).

Dichos metales puedan ser captados por los seres vivos y entrar en la cadena trófica. Para que los metales se capten por un ser vivo, deben estar en formas químicas “biodisponibles”. En el estuario de la Ría de Huelva, la probabilidad de que un metal sea más biodisponible y pueda entrar en la cadena trófica no depende sólo de los factores geoquímicos que suelen darse en la mayoría de estuarios (influenciados por las sales marinas y la cantidad de materia orgánica en el medio), sino que además se debe tener en cuenta la influencia de los drenajes de aguas ácidas procedentes de actividades mineras e industriales (Nieto y cols 2013). El impacto de los drenajes de aguas ácidas en el fraccionamiento de varios metales (Fe, Cu, Zn, As, Cd, y Pb) en los sedimentos de la Ría de Huelva ha sido estudiado por investigadores del Departamento de Geología de la Universidad de Huelva (López-González y Cols, 2007). En dicho estudio, se observó que el enriquecimiento de metales en los sedimentos (respecto de sedimentos en zonas no contaminadas) era mayor para algunos metales que otros ($\text{Cd} \gg \text{Cu} > \text{Zn} = \text{Pb} > \text{As} > \text{Fe}$). Además se estimó la fracción biodisponible (porcentaje sobre la cantidad total del metal), que resultó elevada para la mayoría de ellos (85% para el Zn, Cd 76.12% para Cd, 58.41% para Fe, 40.80% para Cu, 37.44% para Pb y 33.88% para As). Estudios posteriores del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Huelva también han corroborado un impacto importante del pH del agua en la biodisponibilidad de los metales pesados (Hierro y cols, 2013a; Hierro y cols, 2013b), con mayor disponibilidad de los metales a rangos de pH ácidos, disminuyendo la biodisponibilidad según el pH aumenta. Por ello, es relevante controlar que no se produzcan vertidos de aguas ácidas en el agua de la Ría. Sin embargo, para arsénico y uranio, el comportamiento no es lineal, observándose aumentos de su biodisponibilidad en pH cercanos a la neutralidad lo que se traduce en un aumento de su biodisponibilidad en la parte del estuario más cercana a la costa, con mayor presencia de actividad biológica. De hecho, la concentración de arsénico biodisponible (promedio= $48\mu\text{gL}^{-1}$) en las aguas del estuario de la Ría de Huelva pasada la balsa de fosfoyesos es mayor que en el Río Tinto (Hierro y cols, 2013a). Esta observación tiene una

repercusión importante puesto que indica que es probable que dichos metales puedan entrar en la cadena trófica.

Las conclusiones del “Diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria del entorno de la Ría de Huelva” respecto de la cantidad de fracciones biodisponibles recogen la misma conclusión: *“En todos los casos las concentraciones medias de metales asociadas a las fracciones biodisponibles supera el 30% de la concentración total del metal. Destaca el caso del Cd y del Zn donde ese porcentaje supera el 60% en muchas de las muestras”,* y se afirma que *“Teniendo en cuenta la alta concentración absoluta de metales presentes en los sedimentos, se considera muy alta la concentración de metales en las fracciones biodisponibles”*. Las conclusiones del informe del CSIC al respecto finalizan alertando sobre la situación:

“En los testigos estudiados, las altas concentraciones absoluta de metales afectan a los 50 centímetros más superficiales; por lo tanto en esos sectores la infauna se ve profundamente afectada por la contaminación metálica. Se debe tener en cuenta que en algunos de los horizontes analizados en estos testigos, la concentración de los metales estudiados duplica la concentración de esos mismos metales en los sedimentos superficiales (Testigo TT). El modelo de fraccionamiento de los metales en los testigos es similar al que muestran los sedimentos superficiales. Así, la concentración de metales en las fracciones biodisponibles se considera muy alta, sobre todo en los caso de metales con un alto potencial de toxicidad; caso del As, Cd y Pb. En cualquier caso, debe considerarse que dada la alta concentración de metales en las fracciones biodisponibles de los sedimentos superficiales y en los horizontes sedimentarios afectados por la actividad de la infauna, estos pueden ser un foco de toxicidad importante para los escalones más bajos de la cadena trófica; sobre todo en aquellos sectores del estuario donde los ecosistemas intermareales están mejor conservados”.

Según los resultados de un estudio de la Universidad de Cádiz (Vicente-Martorell y cols, 2009), los niveles de As, Cd y Pb libres en el agua de la Ría de Huelva se encuentran por debajo de los valores máximos límite propuestos por la Environmental Protection Agency Norteamericana (EPA) para proteger de efectos agudos y crónicos a los organismos acuáticos. Sin embargo, los valores de cobre sí que excedieron dichos límites, así como los valores límite Autonómicos. En cuanto al zinc, los valores límite de la EPA se superaron en algunos puntos de muestreo, pero en otros no. Para cadmio el valor límite autonómico se superó en cuatro puntos de muestreo de los Ríos Tinto y Odiel (Vicente-Martorell y cols, 2009). En el mismo estudio, la concentración de los metales estudiados (Cu, Zn, Cd, Pb y As) en sedimentos de la Ría de Huelva superó los valores límite de la guía de calidad para sedimentos del Gobierno canadiense. Los autores concluyeron al respecto que existe un elevado riesgo para la vida acuática por la contaminación a metales (Vicente-Martorell y cols, 2009).

3.3.1.2. Toxicidad por metales en la Ría de Huelva

La presencia por sí sola de metales en el agua y sedimentos no es suficiente para demostrar que existe una alteración en el ecosistema del estuario de la Ría de Huelva, ni que pueden ser relevantes desde el punto de vista de la salud pública, por ello se debe estudiar si las concentraciones observadas pueden tener un impacto relevante. Araújo y cols (2010) estudiaron la toxicidad por metales de los sedimentos de dos estuarios andaluces (Ría de Huelva y estuario del Guadalquivir) y de la Bahía de Algeciras. La toxicidad se estudió considerando el impacto en el crecimiento de la microalga *Cylindrotheca closterium* y la fecundidad del crustáceo copépodo *Tisbe battagliai*. Mientras que las muestras de sedimentos de la Bahía de Algeciras y del estuario del Guadalquivir no

afectaron el crecimiento de la microalga, las de la Ría de Huelva inhibieron su crecimiento en más del 90%, y redujeron en más de un 90% la capacidad de fecundidad del crustáceo copépodo, por una inhibición del 50% en las muestras de las dos áreas restantes. Según la interpretación de los propios investigadores, la elevada concentración de metales pesados en las muestras de la Ría de Huelva respecto de las del resto de áreas de estudio fueron las responsables de los resultados obtenidos. Dicho estudio es trascendente desde el punto de vista ambiental por el impacto ecológico en el medio, y también desde el punto de vista de la salud pública, pues las especies intoxicadas por metales, aunque fallezcan, continúan en la cadena trófica por la vía de los detritos. Además, la alteración del ecosistema puede producir un impacto indirecto en la economía pesquera.

Pero la toxicidad no tiene por qué producir siempre un aumento de la mortalidad de los seres vivos. En el supuesto de que las especies expuestas a metales en el medio acuático no mueran por la intoxicación, pueden acumular metales en su tejido, y al ser ingeridas por especies de escalas superiores, los niveles de metales se “acumulan” en la cadena trófica hasta llegar a aquellas especies que pueden ser consumidas directamente por el ser humano. En este sentido, destacan los pocos estudios publicados sobre residuos de metales tóxicos en pescado de la Ría de Huelva. El más relevante fue realizado por el Departamento de Química Analítica de la Universidad de Cádiz, en el que se encontraron correlaciones entre la concentración de una selección de metales (Cu, Zn, Cd, Pb y As) de las aguas de la ría de Huelva y la concentración de dichos metales en tejidos (branquias, hígado y músculo) de la dorada (*Sparus aurata*) y del lenguado (*Solea senegalensis*) (Vicente-Martorell y cols, 2009). En el caso de la dorada, que suele moverse por aguas libres, los niveles de zinc y cadmio encontrados en branquias fueron elevados, pero donde se acumularon dichos metales en mayor grado fue en el hígado, órgano encargado de metabolizar la mayoría de tóxicos en el organismo. También se detectaron en dicho pescado trazas de cobre. En cuanto al lenguado, especie asociada a los fondos de los estuarios, los niveles de metales en el organismo resultaron menores que en el caso de la dorada, aunque se detectaron niveles de plomo. Cabe destacar que los niveles de cobre, zinc y cadmio en tejido muscular (parte comestible) no sobrepasaron los valores límite de seguridad alimentaria en España, mientras que para plomo algunas muestras sí que superaron el valor límite de la UE de 0,3 mg de plomo por kg para pescados; para el arsénico, si se asume un 10% de arsénico inorgánico sobre arsénico total, algunas muestras superaron el límite de referencia de 1mg de arsénico inorgánico por kg de la legislación de Nueva Zelanda. En estudios posteriores, los investigadores han mostrado que los daños histopatológicos observados en dichas especies de pescado se correlacionaban mejor con los niveles de metales que con los niveles de hidrocarburos aromáticos policíclicos (Oliva y cols, 2013). Como mecanismo de plausibilidad biológica, el mismo grupo ha publicado diferencias en marcadores de estrés oxidativo entre los pescados de áreas contaminadas y pescados control asociadas con diferencias en los niveles de metales en hígado (Oliva y cols, 2012a), y diferencias en marcadores metabólicos asociadas con diferencias de concentración de metales en tejido muscular (Oliva y cols, 2012a). Este dato es relevante porque dichos mecanismos de toxicidad también pueden producir daño en el ser humano.

Un estudio similar al de la Universidad de Cádiz había sido anteriormente publicado por investigadores de la Universidad de Sevilla (Usero y cols, 2004). El equipo investigador capturó piezas de lisa dorada o galupe (*Liza aurata*), lenguado común (*Solea vulgaris*) y anguila común (*Anguilla anguilla*) en aguas del Río Odiel (Bacuta y Liebre) y de la Bahía de Cádiz (San Juan y San Carlos). También se recogieron muestras de agua y de sedimentos. Por regla general, las muestras de Huelva presentaron mayores niveles de metales que las de Cádiz. Las mediciones de metales en

tejido hepático fueron mayores que las de tejido muscular para todos los metales y las tres especies analizadas. Desde el punto de vista del consumo humano, los niveles de ninguno de los cuatro metales para los que existe una regulación específica en España se superaron en ninguna de las muestras (1 mg/kg para Cd, 20 mg/kg para Cu, 1 mg/kg para Hg y 2 mg/kg para Pb, todas expresadas en peso fresco). Los valores encontrados no superaron tampoco los valores límites vigentes en la legislación de otros países, como por ejemplo la “Western Australian Food and Drug Regulations List” que limita la concentración de cromo y níquel a 5,5 mg/kg, y la de cinc a 40 mg/kg.

Otros estudios han medido la concentración de metales pesados en moluscos capturados cerca del estuario de la Ría de Huelva. Investigadores de la Universidad de Sevilla (Usero y cols, 2005) recogieron muestras de sedimentos, y coquinas (*Donax trunculus*) y chirlas (*Chamelea gallina*) de los 11 puntos de marisqueo de la costa atlántica oeste española en octubre de 2003, y midieron los niveles de metales pesados. Las muestras con mayor cantidad de exposición a metales pesados tanto en sedimentos como en los dos moluscos fueron las de los tres puntos de muestreo cercanos a la desembocadura de la Ría de Huelva. Los niveles de plomo, cadmio y mercurio en chirlas no sobrepasaron los valores límites de la legislación europea al respecto (Pb: 1,5 mg/kg, Cd: 1,0 mg/kg y Hg: 0,5 mg/kg de peso fresco; European Communities 2001), pero la media de los niveles de plomo resultó superior al valor límite europeo para las coquinas en tres puntos de muestreo cercanos a la desembocadura de la Ría de Huelva. Sin embargo, como el intervalo inferior de dicha media no era superior al valor límite europeo, los autores concluyeron que no existía certeza en que los valores fueran superiores en dichos puntos. Se encontró una correlación significativa entre los niveles de Cu, Pb, Zn y Hg en ambos bivalvos y la concentración de dichos metales en los sedimentos donde se capturaron (Usero y cols, 2005). El mismo equipo investigador había publicado un estudio similar en 1996, pero limitado a las chirlas, y con un mayor número de puntos de muestreo (Usero y cols, 1996). En aquel estudio, en un área de 46 Kms de costa alrededor del estuario de la Ría de Huelva, las chirlas superaban el valor límite de 20 μ de cobre por g de peso fresco que marcaba la legislación española de entonces (BOE 1991). Además, en el punto de muestreo más cercano al estuario de la Ría de Huelva, también se superaba el valor límite para el plomo marcado en Luxemburgo que era de 2 μ de cobre por g de peso fresco (en España entonces era de 5 μ de cobre por g de peso fresco, BOE 1991). Los mismos investigadores también realizaron un estudio similar, pero analizando los niveles de metales en almeja fina y almeja japonesa capturadas en las desembocaduras de los ríos Guadiana, Carreras y Piedra en Huelva, y en la desembocadura del río Barbate, en la Bahía de Algeciras, y dos puntos de muestreo en la Bahía de Cádiz (Usero y cols, 1997). Para ambas especies, la concentración de todos los metales fue mayor en las muestras de Huelva que en las de Cádiz, excepto para níquel. De forma similar al estudio anterior, ninguna muestra superaba los valores límite de la legislación española vigente en aquel momento (BOE 1991) pero, al comparar con límites de otros países, se observaron superaciones para mercurio (0,5 mg/kg de peso fresco, Países Bajos) en la desembocadura del Guadiana para almejas japonesas de más de 4 cm. Cabe destacar que los puntos de muestreo de la provincia de Huelva en este estudio estaban alejados del estuario de la Ría de Huelva. El estudio más antiguo (López-Artíguez y cols, 1989) con datos sobre metales en especies capturadas en la Ría de Huelva analizó muestras de almeja fina (*tapes decussatus*), berberecho (*cardium edule*) y ostiones (*crassostrea angulata*). En dicho estudio los autores destacaron que las concentraciones de cadmio fueron un 50% más elevadas que las registradas hasta entonces en la literatura.

En cuanto a estudios sobre otros contaminantes diferentes a los metales en especies acuáticas, investigadores del CSIC compraron piezas de diferentes tipos de pescado y marisco en los mercados locales de Ayamonte, Isla Cristina, Punta Umbría y Mazagón, que habían sido capturados en la costa de Huelva. Las muestras incluían acedía o lenguadillo (*Dicologlossa cuneata*), lenguado (*Solea vulgaris*), sargo común (*Diplodus sargus*), sardina (*Sardina pilchardus*), rape blanco (*Lophius piscatorius*), coquina (*Donax trunculus*), chirla (*Chamelea gallina*), sepia común (*Sepia officinalis*) y gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*). Los investigadores analizaron los niveles de los compuestos organoclorados más relevantes desde el punto de vista de la toxicidad humana, y ninguna de las muestras analizadas presentaron concentraciones por encima del valor límite de 4 pg WHOEQPCDD/Fs/gp de peso fresco indicado por la legislación europea (Bordajandi y cols, 2006). En dichas muestras no se analizaron metales pesados.

Finalmente, en sus informes Medioambientales desde 2001 a 2005, la Asociación de Industrias Químicas y Básicas de Huelva aporta datos sobre los niveles de cadmio, cobre, mercurio y plomo en muestras de lenguado y anguilas pescadas en la Ría de Huelva, encontrándose las concentraciones medidas todos los años por debajo de los valores de referencia según la legislación europea (AIQB 2001-2005).

En resumen, el consumo de pescado y marisco capturado localmente presenta mayores niveles de metales pesados que otras áreas españolas, y pueden ser una vía de entrada relevante para algunos metales con efectos nocivos para la salud como el cobre, plomo o el arsénico. La situación ha mejorado bastante respecto de años atrás, en los que había superaciones de la cantidad de plomo y cobre en moluscos y pescados según la legislación de algunos países más restrictivos al respecto que España. Sería interesante realizar un estudio en el que se monitoricen los contaminantes en especies de pescados, marisco, y moluscos capturadas localmente de forma directa por la población para su consumo, con el fin de delimitar, si fuese necesario, zonas de prohibición de su captura, la pertinente vigilancia de estas prohibiciones, y programas de información a la población sobre los riesgos de consumir dichos productos. En el caso del arsénico, los niveles encontrados son claramente superiores a los de otras áreas españolas, pero la interpretación de la relevancia de dichos niveles es complicada. No hay un valor límite de referencia estipulado por ninguno de los dos grandes organismos al respecto (EPA de la EEUU, y OMS), y los estudios disponibles no aportan datos sobre la cantidad de arsénico inorgánico en pescado y moluscos que es peligrosa para la salud.

3.3.1.3. Toxicidad por metales en las marismas de la Ría de Huelva

Otra vía de entrada en la cadena trófica es mediante la contaminación de las marismas, a través de las plantas y especies animales que frecuentan dicho ecosistema. En este sentido, apenas se han encontrado estudios relevantes en la zona de interés desde el punto de vista de la salud pública.

Un estudio evaluó el impacto de la contaminación en el suelo y la vegetación próxima al estero Domingo Rubio (Madejón y cols, 2009), una zona de 6 km de largo y 1 km de ancho influida por agua contaminada por metales y aguas ácidas de drenajes mineros procedentes del Río Tinto, vertidos de contaminación de actividades industriales, deposición de contaminantes atmosféricos, y por contaminación asociada a la explotación de campos de fresa cercanos. Se tomaron muestras de suelo, y de tallos y hojas de diferentes plantas: *Halimione portulacoides* L, *Arthrocnemum macrostachyum* Moris, *Salix* spp., *Cistus ladanifer* L, *Tamarix africana* Poir y *Paspalum vaginatum* Swartz. En general, la transferencia de metales del suelo a las plantas estudiadas fue baja, excepto

para el cobre en *Halimione* y *Arthrocnemum*. No por ello se dejaron de encontrar correlaciones significativas entre el contenido de metales en el suelo y las muestras de las plantas. En concreto, cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc para *Halimione*, y cobre y zinc para *Arthrocnemum*. Las diferencias en concentraciones de arsénico y plomo entre las plantas sin lavar y las plantas lavadas indicaron deposición atmosférica de dichos metales, pero los valores analizados se consideran no peligrosos para la cadena alimentaria. De todos los metales analizados (As, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb and Zn), sólo los valores obtenidos para cobre resultaron por encima de los valores máximos tolerados para la vida salvaje (Madejón y cols, 2009). Otras especies de plantas que crecen en las marismas de la Ría de Huelva son *Atriplex halimus* y *Salicornia ramosissima* que pueden acumular metales (Márquez-García y cols, 2013) y ser ingeridas por conejos e insectos, con lo que los metales pesados pasarían a la cadena trófica por la vía de los detritos.

Por otro lado, un estudio realizado en la misma zona encontró diferencias entre el daño genético medido por el ensayo cometa en sangre de ratones morunos (*Mus spretus*) criados en laboratorio respecto de ratones morunos que vivían libremente en el área del estero Domingo Rubio (Mateos y cols, 2008). Dichos resultados sugieren que algunos contaminantes tienen efectos importantes en la salud de pequeños mamíferos que viven en el entorno.

En cuanto a la contaminación del suelo en la periferia de la ciudad de Huelva y poblaciones circundantes, Fernández Caliani (2012) tomó muestras de suelo de siete puntos para medir la concentración de metales y metaloides en la zona periurbana de Huelva. La falta de valores de referencia oficiales en Andalucía no permite determinar si legalmente se pueden considerar los suelos como normales, potencialmente contaminados o contaminados. Sin embargo, el autor estimó unos valores de referencia, según los que se podrían considerar algunas zonas como potencialmente contaminadas con As, Cd, Cu, Pb, Sb y Zn. Paralelamente, el autor estimó el índice de peligrosidad para la salud, según el cual cuatro puntos de muestreo podrían considerarse contaminados por arsénico, y deberían ser tratados (Fernández-Caliani, 2012). Dicha conclusión va en la misma línea que la de un estudio anterior basado en 150 muestras de suelo que usó técnicas de cartografía geoquímica ambiental GIS-Geo-DAS (Guillen y cols 2010).

3.3.1.4. Residuos de contaminantes en los alimentos que consume la población y riesgo para la salud

En tanto la dieta es la principal vía de entrada de contaminantes en el cuerpo humano para la población general no expuesta laboralmente, los estudios sobre la ingesta de contaminantes basados en la cantidad de residuos de éstos en alimentos consumidos por la población pueden ofrecer una idea aproximada de la cantidad de exposición a través de dicha vía. Investigadores del CSIC llevaron a cabo un estudio en 2003 en el que compraron alimentos de diferentes mercados de la ciudad de Huelva para analizar los niveles de contaminantes (Bordajandi y cols, 2004). Se tomaron muestras de 42 tipos de alimentos diferentes, pertenecientes a 9 grupos de alimentos (frutas, vegetales, leche y productos lácteos, huevos de gallina, pescado de mar, crustáceos y moluscos, carne y productos cárnicos, aceites vegetales, y pan y bollería). Se midió la concentración de PCBs, PCDDs, PCDFs, metales pesados (Cu, Cd, Zn, Pb, y Hg), y arsénico. Todas las muestras analizadas mostraron concentraciones por debajo de los límites máximos permitidos por la UE para PCDD/Fs, con la excepción de algunas muestras de carne. Se estimó la ingesta diaria de equivalentes tóxicos de

dioxina, que resultó de 1,15 pg de WHO(PCDD/Fs)-TEQ por kg de peso corporal al día para una persona de 70 Kg. Dicho valor resultó de 2,63 pg cuando se incluyeron los PCBs, dato que sugiere que la cantidad de PCBs era relevante. Los hábitos de consumo de alimentos se asignaron teniendo en cuenta los resultados para la región de estudio de la Encuesta Nacional de Nutrición y Alimentación de 1991 (12 años antes al estudio de Bordajandi y cols), realizada por el Instituto Nacional de Estadística. Las concentraciones de metales pesados y arsénico se encontraron por debajo de los valores propuestos por la legislación europea, y las estimaciones de ingesta diaria de metales resultaron por debajo de las propuestas por la OMS para todos los metales analizados. Respecto al arsénico, hay que tener en cuenta que su toxicidad depende de la forma química en la que se encuentre. Las formas orgánicas de arsénico son muy poco tóxicas y se eliminan del cuerpo de forma relativamente rápida. En cambio, el arsénico inorgánico sí que es altamente tóxico e incluso cancerígeno. En la gran mayoría de los alimentos el arsénico que se suele encontrar es del tipo inorgánico, excepto en el pescado y marisco, que se encuentra en formas orgánicas (sobretudo arsenobetaína) en más del 90%. En cuanto a los valores límite, el valor propuesto para la ingesta tolerable provisional semanal de arsénico inorgánico es de 15µg/Kg/semana (WHO 1993), y no se pudo calcular si se sobrepasaba dicho valor en el estudio de Bordajandi y cols (2004) porque no se midió arsénico inorgánico, sino que se midió arsénico total. Si se toma como valor de referencia la potencia cancerígena del arsénico según el sistema integrado de información sobre riesgo de la EPA en EEUU (EPA, 2014a) que es de 1,5 por (mg/kg)/día, la cantidad de arsénico en los alimentos que se pueden comprar en los mercados de la capital onubense según el estudio de Bordajandi y cols (2004), y se asume que la población onubense tiene los mismos hábitos alimentarios que la población catalana (Serra-Majem y cols, 2003) y que hay un 10% de arsénico inorgánico en las muestras de pescado y marisco, el riesgo acumulado por la ingesta de arsénico inorgánico de padecer cáncer a lo largo de 70 años de un ciudadano onubense sería de 1 por 10,000 personas, y resulta similar al de la población catalana según estimaciones de Falcó y cols (2006). La EPA aconseja tomar medidas para reducir el riesgo cuando este es mayor de 1 por 1,000,000 personas (EPA 2014b). Para cadmio se pueden hacer los mismos cálculos teniendo en cuenta la cantidad de cadmio en los alimentos en los mercados de la capital onubense (Bordajandi y cols, 2004); si además, se asumen los hábitos dietéticos de la Encuesta Nacional de Nutrición y Alimentación de 1991, la ingesta de cadmio de un onubense de 70 Kg sería de 7,7 µg diarios (54 µg semanales). Si lo comparamos con el valor de 7µg/Kg/semana como ingesta tolerable provisional para el cadmio (WHO 1993), una persona de 70 Kg ingeriría a la semana aproximadamente el 9% de dicho límite. Sin embargo, como las mediciones de Bordajandi y cols (2004) mostraron gran variabilidad en la concentración de los diferentes metales según la muestra analizada, las estimaciones de riesgo presentadas deben interpretarse con cautela. Cabe destacar también que las muestras de pescado y marisco en el estudio de Bordajandi y cols (2004) no tienen necesariamente que provenir del estuario de la Ría de Huelva, por lo que no son adecuadas para probar o descartar ningún impacto ambiental de origen local. En cambio, el estudio posterior del mismo grupo de investigadores (Bordajandi y cols, 2006) para medir compuestos organoclorados sí que utilizó muestras de pescado y marisco capturadas en Huelva (estudio comentado en el apartado sobre Toxicidad por metales en la Ría de Huelva).

Se ha publicado recientemente un estudio similar al de Bordajandi (2004), pero limitado a pescado y marisco fresco, congelado o enlatado adquirido en mercados de Granada (Olmedo y cols, 2013). Según las estimaciones de residuos de metales analizados (arsénico, cadmio, estaño, mercurio,

metilmercurio, plomo), y los datos sobre consumo de pescado, marisco y moluscos de la Encuesta Nacional de Ingesta Dietética Española 2011 (AESAN 2014), los valores de ingesta semanal estimados se compararon con los valores límite provisionales de ingesta semanal tolerable según la European Food Safety Authority (EFSA), y resultaron inferiores para todos los metales estudiados. Por ello, se concluyó que no existe peligro para la salud por el consumo de pescados y mariscos comprados en los mercados (Olmedo y cols, 2013), que con una economía globalizada no tienen porqué ser muy diferentes de los de Huelva.

Para conocer el impacto del consumo de productos locales en la acumulación de contaminantes se podría llevar a cabo un estudio específico midiendo muestras de estos productos y obtener muestras biológicas de ciudadanos separándolos en dos grupos: los que consumen de forma rutinaria productos locales, y los que no; así se podría medir si existe correlación entre los niveles de los contaminantes encontrados en productos locales y los valores de dichos contaminantes acumulados en el cuerpo de la población que consume dichos productos.

3.3.1.5. Estudios con niveles de contaminantes en población onubense

Los estudios de los sedimentos del Río Odiel, Río Tinto y Ría de Huelva, en la proximidad de las poblaciones incluidas en el área de influencia de la Ría de Huelva, muestran niveles elevados de metales pesados que son perjudiciales para la salud de especies vegetales, animales y para los humanos. Estudiar la procedencia de los metales en los sedimentos del Río Odiel, Río Tinto y Ría de Huelva es un tema relevante, sobre todo para planificar intervenciones. Sin embargo, una vez constatada dicha contaminación, estudiar la procedencia y contribución de las fuentes de contaminación es un tema secundario porque una vez constatada dicha contaminación, lo más urgente sería evitar que los metales más tóxicos puedan llegar a la población general.

Si los contaminantes llegan a la población, ésta debería acumular mayores niveles que otras poblaciones no expuestas. El mayor estudio realizado en Huelva sobre niveles de contaminantes acumulados en humanos muestra niveles de metales similares a los que se encuentran en el resto de capitales andaluzas (Aguilera y cols, 2007). Cabe destacar que los propios autores del estudio indican que la matriz empleada (orina) sólo captura, con la excepción del cadmio, exposición a corto plazo, altamente influenciado por la dieta, y sus resultados no se deben utilizar como indicadores de acumulación de metales pesados en la población (que no era el objetivo de su estudio). En el caso del cadmio, dos estudios epidemiológicos transversales independientes sobre toxicidad neuroconductual en niños también midieron niveles de metales en orina. El de mayor tamaño (Rodríguez-Barranco y cols, enviado a publicar), realizado en 261 niños de entre 6 y 10 años, muestra los valores puntuales más elevados (mediana de 0,853 µg/g de creatinina), por 0,213 µg/g de creatinina en el de Capelo y cols (Rocío Capelo, comunicación personal). En el estudio de Aguilera y cols la mediana fue de 0,49 µg/g de creatinina. En niños de entre 6 y 11 años de población general norteamericana los valores publicados son menores a los de todos los datos sobre población onubense (mediana de 0.080 µg/g creatinina; CDC 2013). Para arsénico, la mediana en 61 niños de entre 9 y 11 años del estudio de Capelo y cols fue de 38,9 µg/g de creatinina (Rocío Capelo, comunicación personal), mientras que en el estudio de Aguilera y cols (2010) la mediana en 214 individuos de 5 a 17 años fue 1,80 µg/g de creatinina. En el estudio de población general americana, en niños de entre 6 y 11 años, la mediana de arsénico resultó de 8.97 µg/g creatinina (CDC 2013). En el estudio de Aguilera y cols (2010), al limitar los análisis a los 214 niños y adolescentes onubenses, se encontró una correlación

significativa entre el consumo de marisco fresco y los niveles de arsénico y de cobre. Mientras que en el estudio de Capelo y cols (2012c) fue el consumo de pescado de baja mar el que se asoció con mayores niveles de arsénico.

Por otro lado, los estudios de biomonitorización no siempre son capaces de capturar la posible asociación entre exposiciones industriales y niveles de contaminantes en la población. La posible ausencia de una asociación puede explicarse porque los niveles de exposición no son lo suficientemente elevados, o bien las herramientas para detectar dicha asociación no son lo suficientemente sensibles. Un estudio de biomonitorización en 350 personas con residencia cercana a instalaciones industriales realizado en Túnez (Khlifi y cols, 2013) midió niveles de arsénico, cadmio, cromo y níquel en sangre, y exploró la asociación con diferentes variables epidemiológicas. No se encontró asociación entre los niveles de ningún metal y residencia cercana a instalaciones industriales, pero sí para consumo de cigarrillos (arsénico y cadmio), exposición laboral (arsénico), y amalgamas dentales (cromo y níquel). Se encontró una correlación inversa entre consumo de pescado y marisco y los niveles de cromo y níquel (Khlifi y cols, 2013).

Por último, dos pequeños estudios transversales han encontrado niveles detectables de contaminantes en población onubense. En un estudio realizado por el grupo de Análisis Medioambiental y Bioanálisis del Departamento de Química y Ciencias de los Materiales de la Universidad de Huelva se analizaron especies químicas de arsénico en muestras de ortiguillas (*Anemonia sulcata*) adquiridas en restaurantes locales de Huelva. Se detectaron cantidades apreciables de arsénico aunque la mayor parte de este elemento se encontraba en formas no tóxicas, y sólo un 6 % en forma de arsénico inorgánico, que es la especie química que tiene características tóxicas. Cuando la ortiguilla se cocina siguiendo la receta tradicional, la presencia de arsénico se reduce en el alimento considerablemente, hasta una tercera parte (Contreras-Acuña y cols, 2013). En un estudio epidemiológico transversal publicado en 1993 se midieron los principales compuestos organoclorados relevantes para la salud humana en 50 madres y sus recién nacidos de Huelva (Martínez-Montero y cols, 1993). Las muestras recogidas fueron de cordón umbilical, sangre, sangre maternal durante el parto, sangre del bebé al primer y tercer mes, y leche utilizada para alimentar a los bebés (materna=30; botella= 20). Se encontraron niveles relevantes de varios compuestos organoclorados, destacando los niveles de PCBs, que correspondían a valores altos para la información disponible en la literatura hasta ese momento. Los valores de los residuos de plaguicidas resultaron más bajos que en publicaciones nacionales anteriores. Los valores de compuestos organoclorados en leche materna fueron mayores que los medidos en leche de botella (Martínez-Montero y cols, 1993).

3.3.2. Exposición laboral

Respecto a los estudios sobre salud laboral publicados posteriormente a la revisión realizada por el Dr. Daponte, recientemente se han publicado resultados sobre exposición a metales pesados y efectos en la salud procedentes de un estudio transversal que incluye trabajadores del Polo Químico de Huelva. En primer lugar se han confirmado, con un mayor número de trabajadores, los resultados publicados anteriormente sobre la acumulación de uranio natural en los trabajadores en actividades en las que está presente dicha exposición (Capelo y cols, 2012a). Dicho resultado, basado en la medida de la acumulación de uranio en uñas (Capelo y cols 2011a), es compatible con los resultados obtenidos por investigadores del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Huelva que

midieron la cantidad de radiación en los puestos de trabajo de dichos trabajadores. Según estas mediciones de radiación, la exposición en estos trabajadores se mantiene por debajo de los niveles de peligro radiológico para la salud (Bolívar y cols, 2013; Bolívar y cols, 2009b; Lozano y cols, 2011). En el primer estudio, se evalúa exposición química, y en el segundo se mide la exposición física. En el caso de la medición química en uñas, los resultados indican exposición a uranio natural, pero no permiten concluir nada respecto de las implicaciones para la salud humana, ya que en la literatura médica no existen datos que asocien dichos niveles con efectos futuros en la salud, aunque sí que indican cierta acumulación en el cuerpo .

En cuanto a la salud respiratoria, el estudio transversal realizado en trabajadores del Polo Químico indica un efecto negativo por parte de algunos metales (arsénico, níquel, cromo y molibdeno) sobre la capacidad respiratoria de los trabajadores, basado en los resultados obtenidos según sintomatología respiratoria (Capelo y cols, 2013a), exploración radiológica (Capelo y cols, 2013b), y espirometría (Capelo y cols, 2011b, Capelo y cols, 2012b). En concreto, los trabajadores que presentaban mayores niveles de arsénico medido en uñas refirieron con mayor frecuencia sabor a metal en la boca, sangrado por la nariz, sensación de falta de aire, y silbidos en el árbol respiratorio. Respecto a los hallazgos radiológicos, los resultados apuntaron a que la exposición laboral al arsénico (nódulos) y al níquel (nódulos y patrón intersticial) se asocia con alteraciones pulmonares. En cuanto a la función pulmonar, se evaluó mediante la medida de capacidad vital forzada (FVC), volumen de espiración forzada en el primer segundo (FEV1), flujo espiratorio máximo (PEF), y flujo espiratorio forzado entre el 25-75% de capacidad vital forzada (FEF25-75). En el análisis multivariable, incluyendo simultáneamente todos los metales sospechosos de provocar un efecto pulmonar, se observó un peor porcentaje de la razón FEV1/FVC asociada a cromo ($p < 0,001$) y un peor porcentaje del FEV1 ($p = 0,013$) asociado con los niveles de molibdeno (Capelo y cols, 2012b). Cabe destacar que las mutuas que gestionan la prevención de riesgos laborales de las empresas de la industria química y del metal cuentan con datos sobre los niveles de exposición a metales en los puestos de trabajo de los trabajadores, y sus servicios médicos cuentan con información sobre pruebas médicas anuales realizadas en las empresas, por lo que podrían confirmar o descartar las asociaciones encontradas. De confirmarse, se deberían tomar las medidas oportunas para disminuir los posibles riesgos laborales.

Por último, en el mismo estudio transversal, también se ha analizado la asociación entre exposición a plomo, arsénico y mercurio acumulada en uñas y el rendimiento neuroconductual (Capelo y cols, 2011d). Los resultados de dicho estudio mostraron en los trabajadores con mayores niveles de arsénico una tendencia hacia un peor rendimiento en las pruebas que miden “coordinación” y “función mental”. Para plomo los resultados fueron en la misma línea, asociándose también con una peor “atención”. Finalmente, los trabajadores con mayor cantidad acumulada de mercurio puntuaron peor en las pruebas que valoraban “velocidad de respuesta” (Capelo y cols, 2011d). Los resultados son consistentes con la hipótesis de un efecto neurotóxico por exposición a metales que ha recibido relativamente poca atención en la literatura científica (Rodríguez-Barranco y cols, 2013).

En conclusión, existe poca información sobre la calidad de las condiciones de trabajo en las empresas del área de la Ría de Huelva. La poca información disponible apoya la hipótesis de una contribución moderada (limitada a los trabajadores de los sectores industriales y a sus familiares) en la morbi-mortalidad del área de influencia de la Ría de Huelva, sobre todo por exposición a agentes químicos, pero no a agentes físicos (radioactividad). Sería recomendable que los servicios de prevención de las grandes empresas realicen, en colaboración con investigadores independientes, estudios de cohortes

retrospectivos para calcular tasas absolutas y proporcionales de su morbi-mortalidad, e incorporar marcadores de exposición a medio plazo en sus sistemas de vigilancia de la salud para agentes químicos asociados con enfermedades crónicas.

3.3.3. Contaminación atmosférica

En la actualidad, los estudios disponibles sugieren que los niveles ambientales de la mayor parte de los contaminantes atmosféricos potencialmente nocivos para la salud son similares a los encontrados en otros entornos urbanos de Andalucía y resto de España o se encuentran por debajo de los límites legales o de los niveles guía habitualmente aceptados. Sin embargo, en el pasado esta situación no siempre fue así. Según el trabajo del grupo de investigación Unidad Asociada CSIC-UHU “Contaminación Atmosférica”, el SO₂ tiene principalmente origen industrial y acompaña a elementos tóxicos en la fracción fina y ultrafina de partículas atmosféricas. En el caso de Huelva destaca el arsénico, al cual se le asocian selenio, bismuto, cobre, zinc, cadmio, plomo, níquel y vanadio entre otros. No se dispone de datos de mercurio en vapor. Estos elementos se consideran elevados en el aire de Huelva en relación a Andalucía (de la Rosa et al. 2010) y España (Querol et al. 2008). Desde el año 1999 se detecta esta anomalía geoquímica (Querol et al. 2002). Su asociación al SO₂ indica el papel clave de este gas contaminante a la hora de valorar las concentraciones de metales tóxicos a los que ha estado sometida la población de Huelva desde la implantación del Polo Industrial. El impacto reciente del arsénico en Huelva ha sido revisado por Sánchez de la Campa et al. (2011). Otro dato de interés es que los elementos tóxicos detallados se encuentran en la fracción ultrafina (Fernández-Camacho et al. 2010; Fernández-Camacho et al. 2012), llegan con los impactos de SO₂ industrial a la ciudad de Huelva, y suelen coincidir con regímenes de brisa y con episodios de inversión térmica y entrada de frentes atlánticos. La discusión sobre la relevancia de los niveles atmosféricos de arsénico inorgánico se ha incorporado en el apartado final del presente documento: “Valoración del conjunto de la información disponible sobre el estado de salud y sus condicionantes en la Ría de Huelva”, para su discusión de forma integrada contextualmente.

A continuación se revisan los estudios relevantes sobre la problemática de la contaminación atmosférica publicados posteriormente al informe del Dr. Daponte.

El estudio epidemiológico multicéntrico europeo Med-Particles investiga los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de las personas e incluye la ciudad de Huelva como un nodo más del estudio. Entre sus resultados recientes con análisis que incluyen la ciudad de Huelva, Madrid y Barcelona, en base a los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5} recogidos rutinariamente entre 2003 y 2010, se analizó la asociación entre los determinantes de los niveles de partículas en suspensión y los ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Se identificaron tres grandes grupos de determinantes para las partículas en suspensión en Huelva: tráfico, minerales, e industria, que explicaron el 22%, el 13% y el 13% de las concentraciones de PM_{2.5} (Basagaña y cols, 2013). Se encontró una asociación entre la aportación por tráfico a PM_{2.5} e ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares y respiratorias (Jacquemin y cols, 2013). Cabe destacar que la contribución del tráfico no separa entre el tráfico privado y el tráfico pesado comercial asociado a la actividad industrial.

Los estudios ecológicos publicados tras el informe del Dr. Daponte que han evaluado la asociación entre proximidad a instalaciones industriales y cáncer (Cirera y cols, 2013; Fernández-Navarro y cols, 2012; García-Pérez y cols, 2013; García-Pérez y cols, 2012; López-Abente y cols, 2012a; López-Abente

y cols, 2012b; Ramis y cols, 2012a; Ramis y cols, 2012b) no han mostrado ninguna asociación destacable con instalaciones localizadas en Huelva, coincidiendo con los estudios revisados en el informe del Dr. Daponte.

Por otro lado, se ha sugerido una asociación entre la proximidad de centros industriales en España y el riesgo de malformaciones congénitas (Castelló y cols, 2013), pero no se aporta información concreta respecto a Huelva.

Finalmente, cabe destacar que la vigilancia de los niveles de contaminantes atmosféricos, que realiza el grupo de investigación Unidad Asociada CSIC-UHU “Contaminación Atmosférica” para la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía, indica que las emisiones industriales no impactan de forma homogénea en las diferentes barriadas de la ciudad de Huelva. Según se observa en la Tabla 24, en el año 2013 las zonas de mayor impacto directo de SO₂ fueron La Rábida (39% días al año), Barriada Los Rosales (39%), Campus El Carmen (27%), Barriada Matadero (27%), Alameda Sundhein (18%) y La Orden (13%) (Tabla 1). Se debe mencionar que no existe estación de muestreo en el centro histórico de Huelva.

Otro hecho destacable es que los principales impactos de la actividad industrial en la ciudad de Huelva, salvo en La Rábida, ocurren en los meses de verano. En época estival las clases sociales media y alta suelen cambiar su domicilio hacia una segunda residencia de zonas de costa, como Punta Umbría, Mazagón, El Portil, El Rompido, y en menor medida Matalascañas e Isla Antilla. Según se observa en la Figura 23, en los meses de mayo a septiembre es cuando se produce el mayor impacto de SO₂ en la ciudad de Huelva. Por ello, la población no veraneante tiene más riesgo de impacto industrial que aquellas con doble residencia.

Tabla 24.- Relación de impactos diarios de SO₂ de origen industrial en estaciones de la Red de Calidad del Aire de Andalucía del Entorno de la Ría de Huelva durante el año 2013.

Días Impacto SO₂ Año 2013	En	Feb	Mar	Ab	May	Jun	Jul	Ag	Sept	Oc	Nov	Dic	Total	% días impacto
Entorno Ría de Huelva														
Campus Carmen UHU 2013	2	2	10	9	16	15	19	16	5	2	0	3	99	27%
La Orden 2013	0	2	5	2	12	7	11	6	0	1	0	0	46	13%
La Rábida Campus 2013	8	16	12	15	19	14	12	8	3	8	15	13	143	39%
Los Rosales 2013	4	6	14	15	17	15	22	16	6	3	1	4	123	34%
Marismas del Titán 2013	3	1	6	9	8	11	14	7	1	1	0	4	65	18%
Matalascañas 2013	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1%
Moguer 2013	0	0	0	1	6	10	8	7	1	0	0	1	34	9%
Niebla 2013	0	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0	6	2%
Palos Potabilizadora 2013	0	0	0	0	0	1	3	1	0	1	0	0	6	2%
Pozo Dulce 2013	4	3	9	12	15	13	19	14	3	0	1	5	98	27%
Punta Umbría 2013	0	2	0	9	8	3	0	1	0	0	0	3	26	7%
Romeralejo 2013	0	1	3	6	11	15	6	8	2	0	0	0	52	14%
San Juan del Puerto 2013	0	0	1	5	8	15	6	11	2	1	0	1	50	14%
Torrearenilla 2013	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	4	1%

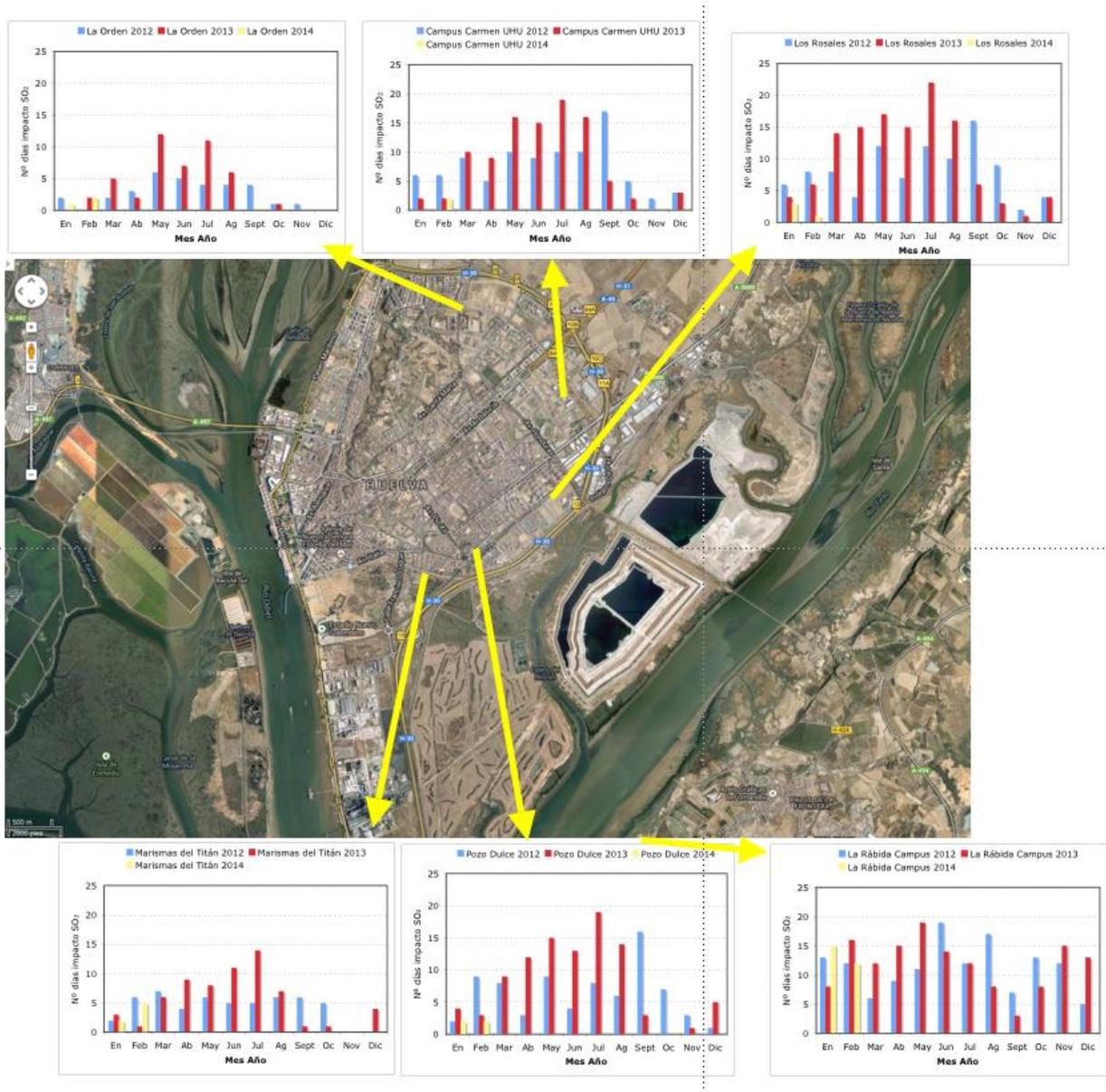


Figura 23.- Distribución de impactos diarios de SO₂ industrial en la Ciudad de Huelva y La Rábida durante el año 2013.

Un estudio de revisión de las notas de prensa del diario local Odiel sobre índice de contaminación atmosférica entre junio de 1980 y mayo de 1981 constata altas concentraciones (según los criterios actuales) de SO₂ a las que estuvieron expuestos los ciudadanos de Huelva capital. En todas las estaciones se superaron el límite actual de 3 días del nivel de 125 µg/m³. Se destaca Stella Maris con un promedio de 106 µg/m³ anual y superación del límite diario en 35 días, con 175 datos sobre 365 días al año (Jesús de la Rosa, comunicación personal).

3.3.4. Exposición ambiental y efectos en la salud. Estudios de base individual.

Existen muy pocos datos nuevos desde la publicación del informe del Dr. Daponte sobre estudios de la asociación entre alguna exposición ambiental y riesgos para la salud. Se han identificado tres estudios, y los tres ofrecen resultados preliminares.

En primer lugar, un análisis piloto en el contexto del estudio MCC-Spain que examinó la asociación entre niveles de metales (Al, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Pt, Se⁸², Sr, Tl, U, V, W, y Zn) medidos en uñas y riesgo de cáncer de próstata, comparando 61 casos de cáncer de próstata confirmados histológicamente y 43 controles poblacionales (Capelo y cols, 2013b). La asociación entre niveles de metales y el riesgo de cáncer de próstata se estimó mediante la razón de odds (OR) de enfermedad en el tercil superior respecto del tercil inferior de los niveles de cada metal en los controles. En el análisis estadístico se tuvo en cuenta la edad y el nivel educativo. Los hombres con niveles de selenio en el tercil superior mostraron menor riesgo de cáncer de próstata que los hombres del primer tercil (OR: 0,38, intervalo de confianza 95%: 0,59-1,04; p tendencia=0,04). Para cadmio, los varones en el mayor tercil mostraron un posible mayor riesgo de cáncer de próstata respecto a los del primer tercil sin llegar a la significación estadística (OR: 1,37, intervalo de confianza 95%: 0,51-3,71). Se observó mayor riesgo de cáncer de próstata en los sujetos en el tercil superior de los siguientes metales respecto del primer tercil: vanadio (p tendencia=0,002), manganeso (p tendencia<0,001), cobalto (p tendencia=0,008), cobre (p tendencia <0,001), zinc (p tendencia=0,01) y mercurio (p tendencia<0,001), y menor riesgo de cáncer para cromo (p tendencia=0,02). Se concluyó que los resultados apoyan las hipótesis actuales de una asociación entre niveles de cadmio y mayor riesgo de cáncer de próstata, y una asociación inversa entre los niveles de selenio y cáncer de próstata. El resto de asociaciones deben interpretarse con precaución dado el limitado tamaño muestral y el problema que suponen las comparaciones múltiples (Capelo y cols, 2013b). Cabe destacar que el cáncer de próstata por exposición a cadmio está aceptado como una enfermedad profesional en la legislación española, y que en la provincia de Huelva existen industrias en las que está presente la exposición a cadmio.

Por otro lado, en un estudio transversal se estudió la asociación entre niveles de plomo, mercurio y arsénico en orina y toxicidad neuroconductual en 79 niños reclutados en ciudades representativas de cinco escenarios ambientales diferentes en Andalucía: 14 en un área urbana residencial, 34 en un área urbana industrializada, 7 en un área minera, 14 en un área rural, y 10 en un área combinada rural-industrializada. La mayoría de los niños eran de Huelva. El rendimiento neuroconductual fue evaluado en 37 niños y 36 niñas con la versión en español del test BARS (Behavioral Assessment and Research System). Los modelos estadísticos tuvieron en cuenta diferencias de edad, sexo, clase social, actividad física global y consumo de pescado de baja mar. Niveles crecientes de mercurio se asociaron con un peor resultado en la prueba "Alternate Hand Finger Tapping" (AHFT) que mide coordinación (p=0,03), con la prueba "Digit Span Forward" que mide atención (p=0,08), y con la prueba "Simple Reaction Time Total Errors" que mide "velocidad de respuesta (p=0,02). También se asociaron con mejor resultado en la prueba "Continuous Performance Hit Latency" que mide atención (p=0,001). Para plomo no se encontró ninguna asociación destacable, y para arsénico los niños con mayores niveles tendían a puntuar peor en la prueba "Alternate Hand Finger Tapping" (p=0,10). Si bien el tamaño muestral del estudio es relativamente bajo, la elevada plausibilidad biológica de la asociación merece atención. Anteriormente, en dicho estudio se había encontrado una asociación de peor rendimiento neuroconductual en los niños que residían a menos de 1 km de distancia de una instalación industrial (Capelo y cols, 2010a).

Por último, otro estudio epidemiológico transversal examinó la asociación entre niveles de cadmio y toxicidad neuroconductual en 261 niños onubenses de 6 a 10 años de edad entre enero y marzo de 2012 (Rodríguez-Barranco y cols, enviado a publicar). La exposición a cadmio se midió tanto en cabello como orina, y la capacidad neuroconductual se evaluó mediante el sistema Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition (WISC-IV) y con tres pruebas de la versión en español del test BARS (Behavioral Assessment and Research System). Como resultado principal se observó que doblar la concentración de cadmio en orina se asociaba con una reducción de 1,2 puntos en el cociente general de inteligencia ($p=0,047$), a expensas de afectar la comprensión verbal y la memoria. El efecto se observó en niños, pero no en niñas, en congruencia con resultados de otros estudios que muestran mayor toxicidad por cadmio en hombres que en mujeres.

Los resultados de los estudios comentados apuntan hacia un efecto nocivo para la salud por exposición a agentes presentes en Huelva en base a los resultados de los estudios de caracterización de la exposición del CSIC (2005).

3.3.5. Balsa de fosfoyesos

Según la Wikipedia, el fosfoyeso es un *“subproducto blanco del yeso procedente de la producción industrial de ácido fosfórico, con contenidos variables de fases verdosas de fosfato de hierro (vivianita, $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$) y residuos puntuales de fosfatos de cobre (hasta el 70% de sampleita ($NaCaCu_5[PO_4]_4Cl \cdot 5H_2O$) que se caracterizan por un color azul intenso”*.

El problema ambiental de la balsa de fosfoyesos en Huelva se inicia cuando, con la instalación del Polo Químico en los años 60s del pasado siglo, las empresas Fertiberia y Foret obtienen la concesión administrativa para el vertido de yesos. Desde entonces empezaron a verter sus residuos a los cauces próximos de los ríos Tinto y Odiel, y a apilarlos en el espacio que actualmente se conoce como balsa de fosfoyesos, que ocupa unas 1200 hectáreas de las marismas del Titán, El Pinar y Mendaña, adyacentes al Polo Químico y escasamente a un kilómetro del casco urbano de la ciudad de Huelva. La forma de almacenamiento es en pilas de hasta 30 m con respecto a la cota de la marisma. Es el único caso de un apilamiento de fosfoyesos a una distancia tan cercana de un núcleo urbano de más de 100,000 habitantes. La cantidad de fosfoyesos generada en el Polo Industrial de Huelva ha sido de unos 3 millones de toneladas anuales hasta dos años atrás, en que cesó la actividad de apilamiento. Se han acumulado unos 100 millones de toneladas en 40 años de actividad. En diciembre de 1995 la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía autorizó la reordenación de vertidos de yesos para reducir la contaminación. Hasta 1997 el 80% de los residuos de fosfoyesos se apilaban mediante un sistema de transporte de vertidos de fosfoyesos que tomaba agua de bombeo de la Ría de Huelva, se decantaban los fosfoyesos en las balsas, y se vertía el agua (ácida y rica en radionucleidos) de vuelta a la Ría. El 20% restante de fosfoyesos se vertía directamente a la Ría. Desde 1997, el transporte de fosfoyesos se realizaba bombeando agua dulce que era reutilizada estableciéndose un circuito cerrado, y no se realizan vertidos directos de fosfoyesos a la Ría.

Fertiberia utiliza roca fosfatada (fosforita), de origen sedimentario, para la producción de ácido fosfórico, fosfatos y fertilizantes. En el proceso de producción del ácido fosfórico la roca triturada se ataca con ácido sulfúrico, obteniéndose ácido fosfórico y un fosfoyeso rico en radionucleidos. Dependiendo de la procedencia de la roca fosfatada tendrá más o menos cantidad de elementos radiactivos de origen natural.

En el Informe del profesor Querol (1999) para la Consejería de Medio Ambiente se señala que los componentes mayoritarios de los componentes acumulados en la balsa de fosfoyesos son sulfatos, fosfatos, calcio, hierro y cobre. Además señalan la presencia de fluoruros y cloruros (no analizados directamente) en cantidades apreciables. También, hay que tener en cuenta otros dos elementos dentro de las balsas de fosfoyesos de gran interés geoquímico:

- 1) Lixiviados ácidos y
- 2) Eflorescencias.

Los lixiviados ácidos en la actualidad son de coloración verdosa en distintos tonos, desde claros hasta muy oscuro, de gran densidad y muy bajo pH (hasta 0,6, y en el mencionado informe se destaca que “son ricas en los iones fosfato, sulfato, cloruro y yoduro, y posiblemente en fluoruro. El catión más abundante es el sodio, y en menor cantidad y en orden decreciente, calcio, magnesio, hierro, potasio y aluminio”. Otra de las características importantes es la carga metálica, con altas concentraciones (decenas de mg/L) en Zn, As, Cr, V, U y Cu. “Las concentraciones de Cr, Cu, As y Zn exceden entre uno y dos órdenes de magnitud los límites permitidos por la normativa de vertidos”. “Otros contaminantes presentes en altas concentraciones son: Mn, B, Ti, Cd, Ni, Co, Pb, Sc, Y y Sb. Estos elementos se encuentran en niveles de mg/L. Las concentraciones de Cd, Mn y Ni son ligeramente superiores a los límites establecidos”. No se ha mencionado la existencia de radionucleidos hasta este momento, aunque se estima que el enriquecimiento de los mismos en los lixiviados y eflorescencias es muy probable. Distintas imágenes de los lixiviados y eflorescencia se muestran en la Figura 24.

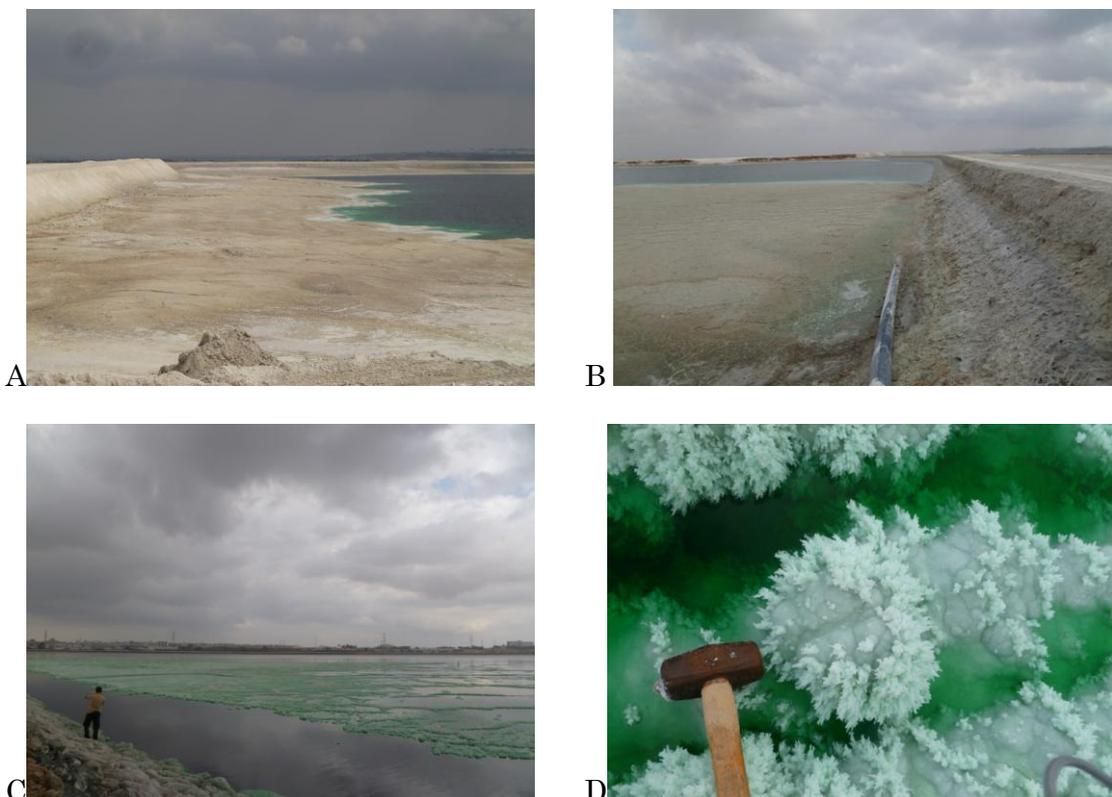


Figura 24.- Imágenes de la zona 2 (superior) y 3 (inferior) de las Balsas de fosfoyesos en septiembre de 2013.

Respecto a la problemática relacionada con la denominada balsa de fosfoyesos, desde el punto de vista del impacto sobre la salud de la población, existen varios aspectos diferentes. Primero, la pérdida, hasta su recuperación, de un espacio privilegiado para la ciudadanía en la proximidad de la capital onubense. Segundo, el impacto paisajístico de un vertedero de 1200 hectáreas a menos de 1 km de la ciudad. Tercero, el riesgo radioactivo por la emisión de radiación de las sustancias vertidas en la balsa. Y cuarto, el posible riesgo químico por la peligrosidad de las sustancias vertidas en la balsa. La magnitud del riesgo asociado a los dos últimos puntos depende de las posibles vías de entrada de los productos potencialmente tóxicos o peligrosos depositados en la balsa.

3.3.5.1. Restauración de la balsa de fosfoyesos

La mejor solución para las dos primeras problemáticas sería conseguir una restauración de la zona de la balsa de fosfoyesos de forma que no comprometa la salud de quienes realicen en el futuro cualquier tipo de actividad en dicha área. A fecha de enero de 2014, no se conoce el plan de restauración de la balsa de fosfoyesos que debe presentar Fertiberia. Sería importante que el plan de restauración contemplase transportar los residuos peligrosos que pudiese haber en la balsa de fosfoyesos a los centros correspondientes para su debido tratamiento, si en el proceso de transporte de dichos residuos no se provoca un problema aún mayor. Se debería evitar la resuspensión de partículas que pudiese llegar a las poblaciones cercanas. Cabe destacar que en el diagnóstico de la calidad ambiental de la Ría de Huelva (2005) se afirma que *“la restauración realizada resulta insuficiente teniendo en cuenta la enorme extensión de la zona de apilamiento de fosfoyesos y otros residuos. Las deficiencias apreciadas en la restauración de los apilamientos de fosfoyesos se deben a que la capa de tierra que cubre la balsa es escasa”*. También cabe destacar que en el mismo informe se afirma respecto de la revegetación que *“en algunas especies arbóreas y arbustivas analizadas los niveles foliares de Zn, Cd, y Pb eran altos, incluso cercanos al rango tóxico, sin embargo las pratenses acumularon menores niveles de metales pesados”*. Esta última observación apunta a que se tenga en cuenta el impacto en la cadena trófica a la hora de diseñar el plan de restauración. Según las mediciones de los investigadores del CSIC en el mismo informe (2005) *“la resuspensión de residuo pulverulento es baja en partículas en suspensión, se caracteriza por una granulometría gruesa con baja capacidad de resuspensión en el aire y baja capacidad de transporte a distancia”*, lo que va en contra de una contribución importante en los niveles de partículas de la atmósfera de la ciudad de Huelva. Sin embargo, un estudio posterior realizado por investigadores del Centro de Investigación en Química Sostenible de la Universidad de Huelva, tras tres años de mediciones de partículas sedimentables, muestra un factor de la contribución de fuentes originado en las balsas de fosfoyesos (Castillo y cols 2013). Con base a estos resultados, sería útil ofrecer información sobre el posible impacto que tendría en la atmósfera de la ciudad de Huelva la resuspensión de polvo que se podría provocar durante un hipotético proyecto de traslado masivo de los residuos almacenados en la balsa de fosfoyesos.

3.3.5.2. Riesgo para la salud pública por radiación y la balsa de fosfoyesos

Respecto al riesgo por radiación, los estudios del CSIC, Universidad de Huelva (UHu) y Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) han aportado amplia información en contra de que exista riesgo relevante por radiación para la población general, y los últimos estudios muestran que tampoco para los

trabajadores (Bolívar y cols, 2013). Tan sólo un estudio encargado por Greenpeace a la Comisión para la Investigación e Información Independiente sobre Radioactividad (CRIIRAD por sus siglas en francés) presenta resultados discordantes. El estudio realizado por el CRIIRAD (2007) presenta una serie de limitaciones con respecto a los estudios realizados por el CSIC, la UHu y el CSN. El CRIIRAD divide el área de estudio en dos zonas (la balsa CRI-9 y el resto de fosfoyeso) mientras que el CSIC, la UHu y el CSN realizaron un plan de muestreo sistemático, que es más representativo (aunque no del todo) de la radiación en la balsa. El CSIC, la UHu y el CSN han realizado mediciones sobre el fosfoyeso, suelo y aire; mientras que el CRIIRAD solamente las hizo sobre fosfoyeso y aguas de escorrentía. El CSIC, la UHu y el CSN realizó un mapa dosimétrico de la superficie de fosfoyeso actual y el CRIIRAD no ha expuesto ninguno. Los resultados del CRIIRAD presentan mayores niveles de radiación que los del CSIC, la UHu y el CSN, seguramente por una selección arbitraria de los puntos de muestreo de cara a realizar las mediciones. Esto no invalida el trabajo del CRIIRAD, pero limita sus conclusiones, y no permite generalizarlas. Mientras que los trabajos del CSIC, la UHu y el CSN están publicados en revistas científicas especializadas independientes, el trabajo del CRIIRAD está publicado como un informe público. En cualquier caso, no se debe ignorar el trabajo realizado por el CRIIRAD sobre la posibilidad de fugas de lixiviados superficiales que pudiesen llegar al Río Tinto, aunque el impacto global sería pequeño.

3.3.5.3. Riesgo para la salud pública por agentes químicos presentes en la balsa de fosfoyeso

Por último, respecto al riesgo químico por las sustancias almacenadas en la balsa de fosfoyesos, muchas de ellas cancerígenas, se debe tener en cuenta la posibilidad de entrada en la cadena trófica y en menor medida en la vía aérea, ya que esta vía parece poco relevante en condiciones normales por el grosor del particulado. Respecto a la filtración de aguas, es importante la monitorización de lixiviados superficiales y profundos. Otro impacto a tener en cuenta es el de la posibilidad de generación de lluvia ácida. Según la hipótesis desarrollada por los doctores Jesús de la Rosa y Rafael Pérez del Departamento de Geología de la Universidad de Huelva, la causa de la extrema sensación de acidez atmosférica percibida por gran cantidad de ciudadanos de la ciudad de Huelva el pasado 12 de enero, teniendo en cuenta que los medidores indicaron que el fortísimo olor no fue debido al impacto industrial, podría deberse a la reacción de las aguas ácidas de los fosfoyesos sumada a la alta humedad de ese día, combinada con la presencia de un proceso de inversión térmica. Según ambos doctores, el fosfoyeso es un residuo constituido casi en su totalidad por un sulfato de calcio dihidratado, pero que en la balsa de fosfoyesos contiene además una fracción residual de ácidos libres procedentes del proceso industrial, principalmente ácido fosfórico, ácido sulfúrico y ácido fluorhídrico. Hasta 2013 se habrían acumulado en las balsas unos 10 millones de metros cúbicos de lixiviados ácidos de dichos residuos. En septiembre de 2013, la cantidad era de un millón. El ácido fosfórico sería el principal ácido residual, y se correspondería con aquella fracción de ácido que no ha podido separarse para su comercialización en la fábrica. Además, la mayor parte de los contaminantes potencialmente tóxicos en la balsa de fosfoyesos son móviles y se concentran en las soluciones ácidas residuales que ocupan el espacio intersticial del residuo. Estas soluciones extremadamente ácidas y potencialmente contaminantes representan en sí una amenaza ambiental importante de la balsa de fosfoyesos, puesto que está expuesta a condiciones de meteorización. Huelva se caracteriza por un clima mediterráneo con inviernos lluviosos y veranos secos y cálidos. La dinámica de los contaminantes en la balsa está directamente influenciada por las variaciones

climáticas estacionales. Durante el periodo de lluvias, las soluciones ácidas contaminantes migran a lo largo del perfil del fosfoyeso hacia las zonas más profundas en contacto con la marisma. En el basamento de la marisma, la ausencia de oxígeno y la alta concentración de materia orgánica favorece la presencia de microorganismos cuya actividad metabólica genera compuestos gaseosos de fósforo y azufre. Los gases de azufre reaccionan con metales y se produce la precipitación de sulfuros, lo que limita la capacidad contaminante de estas soluciones. Actualmente no existe constancia firme que permita explicar el destino de los gases de fósforo, pero potencialmente podrían liberarse de la balsa, junto con otros gases minoritarios de flúor, y constituir una fuente de contaminación atmosférica. Además, la marisma no tiene capacidad para retener todas las soluciones ácidas y una parte de los lixiviados migran lateralmente hasta su descarga directa al estuario de la Ría de Huelva. Por el contrario, durante el periodo seco, las soluciones ácidas contaminantes ascienden por capilaridad hasta alcanzar la superficie donde precipitan por evaporación numerosas sales fosfatadas y sulfatadas que tapizan la balsa. Estas sales eflorescentes son un reflejo del agua intersticial y concentran la mayor parte de los contaminantes potencialmente tóxicos (Gázquez y cols, 2013). A diferencia de los sulfuros que se forman en el contacto con la marisma, la precipitación de las sales fosfatadas y sulfatadas no limita la capacidad contaminante de la balsa ya que son fácilmente solubles y se disuelven con las primeras lluvias de invierno. La disolución de estas sales con agua de lluvia libera la acidez y los contaminantes previamente retenidos, haciendo que de nuevo entren en el sistema y que vuelvan a ser una amenaza para el medioambiente circundante. Por tanto, hay que poner especial atención a la existencia de las sales eflorescentes ya que su precipitación y posterior disolución constituye un ciclo anual que controla la liberación de contaminantes potencialmente tóxicos. En este sentido, sería conveniente plantearse el tratamiento de dichas sales como residuos peligrosos, y transportarlas a centros adecuados para su tratamiento.

3.3.6. Justicia Ambiental

La calidad del medio ambiente es un determinante importante de la calidad de vida de la población. Si además las consecuencias del deterioro del medio ambiente afectan con mayor frecuencia a los sectores más desfavorecidos de la sociedad, estaríamos ante una situación de desigualdad social en salud. La Justicia Ambiental se define como el tratamiento justo y la participación significativa de todas las personas independientemente de su raza, color, origen nacional, cultura, género, educación o ingresos con respecto al desarrollo y la aplicación de leyes, reglamentos y políticas ambientales. Se entiende por tratamiento justo que ningún grupo concreto de la población debe padecer las consecuencias negativas tanto de operaciones industriales, de servicios públicos o comerciales, como de programas ambientales y políticas a nivel estatal, regional o local inadecuados o mal implementados. Cabe destacar que la justicia ambiental no sólo defiende intrínsecamente un medio ambiente igual de saludable para todos, y la necesidad de mayor concienciación ciudadana sobre la magnitud de las consecuencias del ambiente en la salud de la ciudadanía, sino que también reivindica una participación ciudadana significativa de cara al desarrollo y aplicación de las leyes relacionadas con el medio ambiente y su impacto en la población.

Si se tiene en cuenta que la preocupación ciudadana sobre la mortalidad por cáncer en la provincia de Huelva se remonta a más de 30 años atrás, seguramente se debería haber iniciado la implantación de un registro poblacional de cáncer en la provincia con anterioridad a 2007, fecha en la que puso en

marcha. Este hecho es especialmente relevante si se tiene en cuenta que el cáncer es una enfermedad con un periodo de desarrollo y de latencia relativamente largo, ya que suelen pasar entre 10 y 30 años desde el inicio del proceso tumoral hasta su diagnóstico. Las exposiciones químicas suele ser relevantes no solo en la iniciación tumoral, sino también en la promoción y progresión tumoral. La puesta en marcha del Registro de Cáncer de Huelva 20 años después de la implementación del Plan Corrector de Vertidos a la Ría de Huelva, y del Plan Corrector de Emisiones Atmosféricas en Huelva, seguramente impedirá que desde el Registro de Cáncer de Huelva se puedan incluir los casos de cáncer para los que la contribución de la contaminación y deterioro del medio ambiente fuese mayor, ya que los planes correctores han ayudado a una mejora importante en la calidad medioambiental. No obstante, la puesta en marcha de un registro de cáncer poblacional en la provincia de Huelva es una realidad positiva, y cabe destacar que la mayoría de provincias españolas no cuentan con registro de cáncer poblacional.

Desde el punto de vista de las intervenciones en salud pública, es muy importante que la administración haga cumplir el principio de “quien contamina paga” de la legislación vigente europea sobre medio ambiente, ya que en caso contrario, si la administración tiene que poner los fondos para recuperar el daño producido por terceros, entonces existe menor cantidad de fondos para intervenir a otros niveles en promoción de la salud para la población. Por otra parte, tampoco parece ético que desde la propia administración se facilite la obtención de beneficios por una entidad privada a costa de que el estado corra a cargo de gastos derivados de las consecuencias adversas que por ley no le corresponden.

Por último, un efecto latente de la presencia de las instalaciones del Polo Químico es la preocupación ciudadana en caso de un accidente industrial grave. Dicha preocupación se puede objetivar por ejemplo con la cantidad de llamadas al 112 que realizaron los ciudadanos onubenses el pasado 12 de enero de 2014, ante un olor ambiental a contaminantes, y percepción subjetiva de ambiente ácido en el aire. El sistema de vigilancia de la calidad del aire de Huelva no detectó ninguna anomalía. Las causas de dicho episodio todavía están en estado de investigación, aunque todo apunta a un episodio de inversión térmica.

En conclusión, la administración debe hacer un esfuerzo para mantener la confianza de la ciudadanía, y hacer partícipe a la población en las decisiones relevantes en temas medio-ambientales con impacto en la protección de la salud de la población. Implicar a la población en decisiones relevantes sobre la adecuación del plan de restauración de la balsa de fosfoyesos que debe presentar la empresa Fertiberia podría ser un primer paso adelante a corto plazo al respecto.

4. CONCLUSIONES DEL DICTAMEN

De la información específicamente incluida en este dictamen se derivan las siguientes conclusiones:

1. En el periodo 1975-2011, la mortalidad general de los hombres y de las mujeres residentes en la provincia de Huelva, a pesar de presentar una tendencia decreciente, ha sido consistentemente mayor que la mortalidad del conjunto de España. Esta mayor mortalidad es más marcada en los hombres que en las mujeres, y se observa en la mayoría de las enfermedades que son causa frecuente de muerte en España, como la enfermedad coronaria del corazón, el ictus o los tumores malignos.

2. La mortalidad general y por las principales causas de muerte en el año 2010 es mayor en la población de la Ría de Huelva que en el conjunto de la población española. En los hombres, esta mayor mortalidad se observa en residentes de la ciudad de Huelva a partir de la edad de 15 años, mientras que en el resto de municipios de la Ría se observa principalmente a partir de los 65 años de edad. En las mujeres, la mayor mortalidad afecta a las personas de 45 y más años tanto en la ciudad de Huelva como en el resto de municipios. Esta mayor mortalidad en la Ría de Huelva se debe a las principales causas de muerte, como las cardiovasculares, el cáncer, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y la cirrosis. Entre los hombres jóvenes de la ciudad de Huelva, el SIDA ha contribuido de forma destacada a la mayor mortalidad.
3. Huelva y el resto de Andalucía Occidental han mostrado tradicionalmente peores condiciones de vida que el conjunto de España. Análisis recientemente realizados e incluidos en este dictamen ponen de manifiesto que las diferencias en un índice de privación social entre secciones censales pueden contribuir a explicar la mayor mortalidad en la ciudad de Huelva. En concreto, las secciones próximas a los ríos Tinto y Odiel, y en particular las de mayor privación social, presentan mayor mortalidad general y por las principales causas de muerte. La reducción de la desigualdad social entre dichas secciones podría contribuir a reducir las diferencias de mortalidad entre la ciudad de Huelva y el conjunto de España.
4. La población de la provincia de Huelva presenta una alta frecuencia de tabaquismo, con una tendencia de aumento desde 2003, bajo consumo de frutas y verduras, y una mayor prevalencia de obesidad en los hombres, en comparación con el resto de Andalucía. La frecuencia de estos factores de riesgo conductual es mayor que la del conjunto de España, y puede contribuir a la mayor mortalidad en Huelva. Se observa la existencia de una destacada desigualdad social en el tabaquismo. Los hombres sin estudios o con estudios primarios presentan un riesgo mucho más elevado que los universitarios, mientras en las mujeres la situación es la inversa. Respecto a la obesidad, en las mujeres se identifica un gradiente social inverso, de forma que las mujeres sin estudios o con estudios primarios tienen una prevalencia mucho más alta que las universitarias. La reducción de las desigualdades sociales en estos factores contribuiría a mejorar el estado de salud de Huelva.
5. Desde la terminación del dictamen del Dr. Daponte unos pocos estudios han proporcionado información adicional sobre la situación medioambiental de la Ría de Huelva, y en particular sobre los niveles de exposición de la población a contaminantes ambientales con potencial efecto nocivo para la salud.
 - a. Respecto a las fuentes de la contaminación atmosférica, en la actualidad el tráfico es el principal factor contribuyente antropogénico directo y parece asociarse a ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares y respiratorias con la misma magnitud que en otras ciudades mediterráneas.
 - b. Los niveles de arsénico en aire cumplen con la normativa europea actual (promedio anual menor a 6 ngAs/m³ de PM₁₀), pero niveles elevados de arsénico en días puntuales podrían ser perjudiciales para la salud de la población.

- c. Los estudios disponibles sobre niveles de metales en la población general no permiten concluir sobre una posible exposición subcrónica a metales de origen ambiental.
- d. Los metales biodisponibles en la Ría de Huelva afectan a la salud de las dos especies de peces estudiadas con mayor detalle (dorada y lenguado), y la acumulación de metales en su tejido muscular (parte comestible) en algunos casos han superado los valores de las normativas vigentes en su momento (plomo), y en otros casos no (cinc, cobre, cadmio).
- e. Resultados preliminares de dos estudios transversales indican una posible asociación entre niveles de algunos metales pesados y menor rendimiento intelectual en niños onubenses.
- f. Estudios sobre salud laboral muestran algunos efectos en la salud por exposición a sustancias químicas, mientras que el riesgo laboral por exposiciones físicas (radioactividad) sería irrelevante.
- g. Los estudios publicados sobre la relación entre mortalidad por cáncer y proximidad de residencia a focos industriales no muestran asociaciones relevantes en el caso de Huelva. Concretamente en relación con la balsa de fosfoyesos, las asociaciones más destacadas se identifican con el nivel de privación de la sección censal y no con la cercanía a las mismas. A mayor privación de la sección censal mayor riesgo de muerte por cáncer.

5. VALORACIÓN DEL CONJUNTO DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE EL ESTADO DE SALUD Y SUS CODICIONANTES EN LA RÍA DE HUELVA.

El conjunto de los datos disponibles, presentados en el informe previo del Dr. Daponte y los nuevos resultados de este dictamen, muestran que, en comparación con el conjunto de España, existe una mayor mortalidad general y por las principales causas de muerte en el occidente andaluz, y en la provincia y Ría de Huelva. La mayor mortalidad en la provincia y sobre todo en la ciudad de Huelva ya se observaba (especialmente en los hombres) con anterioridad a la implantación y desarrollo del polo industrial en la zona (Blanes, 2007; Escolar-Pujolar, 2012b). Por otro lado, aunque la mortalidad en la Ría ha sido consistentemente superior a la del conjunto de España a lo largo del tiempo, es de destacar que ha experimentado un descenso gradual y continuo en las últimas décadas, tanto para la mortalidad general como para las principales enfermedades y causas de muerte. Ello, sin embargo, no aminora la relevancia de que en algunos municipios de la Ría, y en especial en la ciudad de Huelva, la mortalidad en los hombres desde los 15 años de edad sea mayor que la del total nacional. Además, que una situación similar se observe en otras zonas de Andalucía, incluidas algunas capitales de provincia, tampoco resta importancia a esta observación, aunque sugiera que las causas puedan no ser específicas de la ciudad de Huelva. Por último, dado que este fenómeno se observa en población joven, es poco probable que la mayor mortalidad se deba a causas que actuaran solo en el pasado lejano; de hecho, este hallazgo sugiere que los factores responsables de la mayor mortalidad están todavía presentes.

Se desconocen las razones concretas de la mayor mortalidad de la Ría de Huelva. Esta zona ha padecido tradicionalmente una mayor pobreza y peores condiciones de vida que el conjunto de España. Además, estos condicionantes sociales continúan manifestándose a través de estilos de vida nocivos para la salud, como la alta frecuencia de tabaquismo, la baja ingesta de frutas y verduras, y la elevada prevalencia de obesidad, entre otros factores conductuales. Hay evidencia de que estos condicionantes sociales siguen afectando a la mortalidad, al menos dentro de la ciudad de Huelva, donde las secciones censales de mayor privación social presentan mayor riesgo de muerte. De hecho, cuando se tiene en cuenta simultáneamente tanto la localización geográfica de la sección censal (eg., proximidad a la balsa de fosfoyesos en el sureste de la ciudad, o la residencia en el sur de la ciudad que está más próxima al polo industrial) como la privación social, es esta última variable la que explica la mayor parte de las diferencias de mortalidad entre secciones (Santos Sánchez, 2013). Todo ello sugiere que el abordaje de las desigualdades sociales en salud a través de las acciones recomendadas por la Comisión para Reducir las Desigualdades Sociales en Salud en España (2010) (cuadro 1) debería ser un objetivo prioritario para lograr acercar la mortalidad de la Ría de Huelva a la del conjunto de España.

Cuadro 1. Recomendaciones para la reducción de las desigualdades sociales en salud. Propuesta de la Comisión para Reducir las Desigualdades Sociales en Salud en España.

- La reducción de las desigualdades sociales en salud no es posible sin un **compromiso para impulsar la salud y la equidad en todas las políticas y para avanzar hacia una sociedad más justa.**
- Son necesarias políticas públicas para **mejorar las condiciones de vida a lo largo de todo el ciclo vital:** una educación de calidad desde la primera infancia, empleos y salarios adecuados y prestaciones de protección del desempleo, viviendas dignas y asequibles, prestaciones para la dependencia, pensiones mínimas dignas. Las exigencias de austeridad en el gasto público parecen poner en peligro su mantenimiento, siendo sin embargo esenciales para prevenir el aumento de los problemas y las desigualdades en salud en tiempos de crisis.
- Los servicios sanitarios no son los principales determinantes de las desigualdades en salud, pero pueden jugar un importante papel amortiguador. En estos momentos de fuerte reducción presupuestaria es importante que se **mantenga y mejore la cobertura, el acceso y la calidad del Sistema Nacional de Salud, y se diseñen los programas, bajo la perspectiva de equidad.** La promoción de la salud debe basarse en la creación de entornos generadores de salud y favorecedores de hábitos saludables y priorizar la participación de la población más desfavorecida.
- Para incorporar y mantener el tema de las desigualdades en salud en la agenda política así como evaluar la efectividad de las intervenciones, **es necesario disponer de datos y sistemas de vigilancia,** recursos para la investigación y para la evaluación de impacto en salud, e instrumentos y espacios de formación para los actuales y los futuros profesionales sanitarios, de salud pública, y de otros sectores implicados.

Un motivo de preocupación ciudadana es si las actividades industriales de la zona, y la contaminación resultante, pueden ser responsables de la mayor mortalidad en la población de la Ría. Los estudios realizados hasta ahora sugieren que los niveles ambientales de la mayor parte de los contaminantes potencialmente nocivos para la salud son similares a los encontrados en otros entornos urbanos de Andalucía y resto de España o se encuentran por debajo de los límites legales o de los niveles guía habitualmente aceptados. Sin embargo, sería útil actualizar los estudios que conformaron el Diagnóstico Ambiental de la Ría de Huelva. Por un lado, porque se realizaron hace más de 10 años, y es posible que la situación medioambiental haya cambiado desde entonces. Por otro lado, porque en varios de dichos estudios no se reportó la tasa de respuesta (relación entre el número de personas que fueron invitadas a participar en el estudio, y el número de personas que aceptaron participar). Dicho dato es necesario para evaluar la ausencia de sesgos, y por lo tanto la validez del estudio y de sus conclusiones. Estudios con tasas de respuesta bajas pueden no ser representativos de la población de interés, ya que las personas que aceptan participar en los estudios pueden tener diferente estado de salud, o de exposición a factores de riesgo, que las que no participan.

Por otro lado, en el caso de la población de Huelva, el agente contaminante más relevante por la magnitud de su presencia (Sánchez-Rodas y cols, 2007; Sánchez de la Campa y cols, 2011) y por sus efectos en salud es el arsénico inorgánico. En el año 2005, el nivel de arsénico en las PM10 se elevó hasta los 10,6 ng/m³, por encima de los 6 ng/m³ de PM10 recomendado por la UE. El patrón sincrónico de las elevaciones en la concentración de arsénico en las PM10, PM2,5 y PM1 con las elevaciones de SO2 indican un origen industrial. Además, un hecho a tener en cuenta son los cortes en el suministro eléctrico que provocaban el “venteo” de las zonas de fundición, creando nubes tóxicas que impactan posteriormente en la ciudadanía. Un ejemplo reciente se vivió en la ciudad de Huelva el 5 de octubre de 2012. Eventos de este tipo están recogidos en la hemeroteca, siendo sobre todo un hecho habitual en la década de los 80. En el estudio del CSIC y de la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía (2006) se midió arsénico total en orina, que refleja bien la cantidad de arsénico de origen orgánico, pero que no se correlaciona con el arsénico inorgánico, que es el relevante desde el punto de salud pública. La única excepción en la que el arsénico total en orina refleja exposición a arsénico inorgánico es en poblaciones expuestas al arsénico inorgánico que no comen pescado ni marisco. Por último, la matriz empelada (orina) sólo captura (con la excepción del cadmio) exposición a corto plazo, altamente influenciada por la dieta, y no aporta luz a la posible acumulación de metales pesados en la población de estudio. Por lo tanto, teniendo en cuenta las limitaciones enumeradas, las conclusiones del mencionado estudio deben ser interpretadas con cautela, reconociendo que no resuelven todas las incertidumbres sobre las consecuencias para la salud derivadas de la exposición a metales en la población del entorno de la Ría de Huelva.

Por último, hasta ahora el grueso de las investigaciones de carácter ambiental realizadas se ha centrado en los niveles de contaminantes derivados de las actividades industriales en el aire, aguas, sedimentos y suelo de la zona de la Ría de Huelva, así como en el estudio detallado de los contaminantes en la denominada balsa de fosfoyesos. Sin embargo, son todavía muy escasos los estudios con un carácter más sanitario, es decir que informen del grado en que dichos contaminantes están llegando a la población, y, en caso afirmativo, cuáles son las vías o rutas de exposición y cuáles son los efectos sobre la salud. Estas investigaciones deben considerarse prioritarias en un futuro inmediato. Existen varias investigaciones en marcha que combinan información sanitaria y ambiental, financiados por el Instituto de Salud Carlos III (CIBERESP) y por la Consejería de Salud de Andalucía. Por un lado, un estudio de casos y controles sobre las localizaciones tumorales más

frecuentes, coordinado por investigadores de la Universidad de Huelva y de los hospitales Juan Ramón Jiménez, Infanta Elena, y Comarcal de Riotinto integrado en el estudio Multicaso-Control sobre Cáncer (MCC), que permitirá comparar diferencias en el papel de diferentes factores de riesgo para cáncer entre Huelva y otras áreas de España, especialmente para cáncer de mama, colorrectal y próstata. Y un estudio caso-control adjunto a éste último que comparte sus controles poblacionales y permitirá estudiar los principales factores de riesgo para cáncer de vejiga en Huelva. Por otro lado también están en marcha dos estudios sobre biomonitorización de diferentes contaminantes en la población, uno de ámbito andaluz, y otro específico para el área de La Ría de Huelva, financiados en su totalidad por la Consejería de Salud de Andalucía, y coordinados por investigadores de la Escuela Andaluza de Salud Pública. No obstante, con independencia de lo que estos estudios obtengan en el futuro, es razonable pensar que el estado de salud de la población de la Ría de Huelva (en especial de las personas más vulnerables como los ancianos y enfermos crónicos) podría mejorar si se redujera la exposición a algunos contaminantes ambientales.

A la vista de todas las consideraciones anteriores, compartimos la conclusión general del informe elaborado por el Dr. Daponte, según la cual la información disponible sugiere que el exceso de mortalidad en la Ría de Huelva puede deberse a una combinación de factores sociales, ambientales, de estilos de vida y laborales. Sin embargo, que no se hayan identificado las causas concretas de la mayor mortalidad en esta zona no impide que se adopten las medidas necesarias para mejorar su estado de salud y aproximar su mortalidad hasta la del conjunto de España, mediante las intervenciones apropiadas sobre los condicionantes conocidos del estado de salud de cualquier población.

6. RECOMENDACIONES

Compartimos las recomendaciones realizadas por el Dr. Daponte en su informe previo, que además están en la línea de las sugeridas en el llamado seminario de Algeciras: “Estudios Epidemiológicos en el suroeste español y zonas industrializadas de Cádiz y Huelva” (OSMAN, Consejería de Salud de Andalucía, 2007). Estas recomendaciones son en buena parte coincidentes con las realizadas por este mismo grupo de trabajo de la SEE para el caso de la población de El Campo de Gibraltar (Alguacil y cols, 2013). No obstante, de forma más específica, recomendamos lo siguiente:

1. Desarrollar las acciones sugeridas por la Comisión para Reducir las Desigualdades Sociales en Salud en España. De hecho, la reducción de desigualdades sociales en salud en el área de la Ría de Huelva será un instrumento clave para acercar la mortalidad de la población residente en la misma a la del conjunto de España. Las acciones a desarrollar deben orientarse según el principio de “salud en todas las políticas” para conciliar el progreso económico y el respeto al medio ambiente.
2. Mejorar la transmisión de información a la población general y a los colectivos profesionales sobre los efectos conocidos de la contaminación medioambiental sobre la salud. Es deseable poner en marcha un sistema ordenado de difusión a la ciudadanía de este dictamen y de los nuevos conocimientos que se vayan generando sobre el estado de salud de la población de la Ría de Huelva. Una iniciativa concreta puede ser la constitución de un Foro de Salud Pública de la Ría de Huelva, que suponga un canal estable de comunicación e intercambio de

información sanitaria entre los distintos organismos de la Junta de Andalucía y los grupos y asociaciones ciudadanas más representativos de la sociedad civil de Huelva.

3. Realizar un estudio epidemiológico a gran escala no respondería con suficiente confianza a las preguntas planteadas por la población general sobre la identificación de los factores causales que contribuyeron en el pasado lejano al exceso de mortalidad en el área de la Ría de Huelva, y la magnitud de dicha contribución. Sin embargo, con vistas al futuro, sí que podría ser útil poner en marcha un estudio epidemiológico de carácter prospectivo, con especial énfasis en la biomonitorización de los contaminantes en los habitantes de las áreas de interés para determinar la exposición real de la población, e integrar en dicho estudio de cohortes pequeños estudios anidados en colaboración con las autoridades responsables de la vigilancia de la contaminación ambiental para evaluar el impacto de las emisiones contaminantes sobre los niveles de dichas sustancias en la población. Además se podrían integrar estudios anidados en colaboración con grupos de investigación que estudian la entrada de contaminantes en la cadena trófica con trazadores medidos en la fauna y flora del área de interés, añadiendo la interrelación de dicha fauna y flora con la población humana. A largo plazo, el estudio prospectivo permitiría concluir si, después de tener en cuenta la existencia de posibles desigualdades sociales, las personas expuestas a mayores niveles de contaminantes ambientales presentan mayor probabilidad de desarrollar algunas enfermedades.
4. Evaluar el coste de la restauración de la zona minera para frenar el drenaje de aguas ácidas de las minas abandonas a los Ríos Tinto y Odiel, y que impactan en el estuario de la Ría de Huelva.
5. Fortalecer la vigilancia y el cumplimiento de la normativa sobre protección medio ambiental y seguridad alimentaria en la zona del entorno de la Ría de Huelva. En especial, pero no sólo, restaurar los suelos contaminados, controlar la pesca furtiva, y evitar que productos sin control alimentario procedentes de las zonas prohibidas de pesca puedan llegar a los locales de restauración, o a vendedores ambulantes en las calles.
6. En el caso de la recuperación del espacio ocupado por la balsa de fosfoyeso, monitorizar especialmente la captación de metales y radioactividad en el ecosistema de la cubierta vegetal.
7. Aumentar la explotación de fuentes de información existentes, como las de morbilidad hospitalaria o incidencia de cáncer, que permitirían, por ejemplo, ofrecer datos sobre frecuencia de enfermedades en las áreas de interés, respecto de áreas similares pero sin presencia destacada de contaminación medioambiental en su entorno.
8. Potenciar los sistemas de vigilancia y alerta de situaciones meteorológicas que puedan producir elevadas concentraciones de contaminantes sobre la población del entorno de la Ría de Huelva, así como la vigilancia de un mayor número de parámetros ambientales, ya estén ó no legislados.

9. Iniciar la operatividad de herramientas de pronóstico de impacto de las emisiones al aire de las industrias en el entorno de la Ría de Huelva, y en especial en la ciudad, para minimizar el efecto de elementos tóxicos, y en especial del arsénico, sobre la ciudadanía.
10. Apoyar a los servicios de prevención de las grandes empresas para que realicen, en colaboración con investigadores independientes, estudios de cohortes retrospectivos para calcular tasas absolutas y proporcionales de su morbi-mortalidad, e incorporar marcadores de exposición a medio plazo en los sistemas de vigilancia de la salud para agentes químicos asociados con enfermedades crónicas.

7. REFERENCIAS

- AESAN. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Encuesta Nacional de Ingesta Dietética Española (ENIDE) 2011. http://www.aesan.mssi.gob.es/AESAN/docs/docs/evaluacion_riesgos/datos_consumo/ENIDE.pdf.
- Aguilera I, Daponte A, Gil F, Hernández AF, Godoy P, Pla A, Ramos JL; DASAHU group. Biomonitoring of urinary metals in a population living in the vicinity of industrial sources: a comparison with the general population of Andalusia, Spain. *Sci Total Environ* 2008;407:669-78.
- Aguilera I, Daponte A, Gil F, Hernández AF, Godoy P, Pla A, Ramos JL; DASAHU group. Urinary levels of arsenic and heavy metals in children and adolescents living in the industrialised area of Ria of Huelva (SW Spain). *Environ Int* 2010;36:563-9.
- Alguacil J, Ballester F, Escolar Pujolar A, Mayoral JM, Pollán M, Rodríguez Artalejo. Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Epidemiología. Dictamen realizado por encargo del Defensor del Pueblo Andaluz sobre el exceso de mortalidad y morbilidad detectado en varias investigaciones en El Campo de Gibraltar. Sociedad Española de Epidemiología, 2013.
- Araújo CV, Diz FR, Tornero V, Lubián LM, Blasco J, Moreno-Garrido I. Ranking sediment samples from three Spanish estuaries in relation to its toxicity for two benthic species: the microalga *Cylindrotheca closterium* and the copepod *Tisbe battagliai*. *Environ Toxicol Chem* 2010;29:393-400.
- Asociación de Industrias Químicas y Básicas de Huelva (AIQB). Memoria Medioambiental AIQB 2001.
- Asociación de Industrias Químicas y Básicas de Huelva (AIQB). Memoria Medioambiental AIQB 2002.
- Asociación de Industrias Químicas y Básicas de Huelva (AIQB). Memoria Medioambiental AIQB 2003.
- Asociación de Industrias Químicas y Básicas de Huelva (AIQB). Memoria Medioambiental AIQB 2004.
- Asociación de Industrias Químicas y Básicas de Huelva (AIQB). Memoria Medioambiental AIQB 2005.
- Basagaña X, Jacquemin B, Karanasiou A, Agis D, Alguacil J, Diaz J, Querol X, Sunyer J, Ostro B, Stafoggia M; the MED-PARTICLES Study Group. Effects of particulate matter (PM) sources on mortality in Mediterranean cities: the MED-Particles project. Abstracts of the 2013 Conference of the International Society of Environmental Epidemiology (ISEE), the International Society of Exposure Science (ISES), and the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ), August 19–23, 2013, Basel, Switzerland. 2013. *Environ Health Perspect*; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.ehbasel13>
- Blanes A. la mortalidad en España del siglo XX: análisis demográfico y territorial. Universidad Autónoma de Barcelona, 2007.
- Boletín Oficial del Estado (BOE). Orden de 2 de agosto de 1991 por la que se aprueban las normas microbiológicas, los límites de contenido en metales pesados y los métodos analíticos para la determinación de metales pesados para los productos de la pesca y la acuicultura. BOE-A-1991-20734. 27153 a 27155

Bolivar JP, Garcia-Tenorio R, Mosqueda F, Gazquez MJ, Lopez-Coto I, Adame JA, Vaca F. Occupational exposures in two industrial plants devoted to the production of ammonium phosphate fertilizers. *J Radiol Prot* 2013; 33: 199-212.

Bolívar JP, Martín JE, García-Tenorio R, Pérez-Moreno JP, Mas JL. Behaviour and fluxes of natural radionuclides in the production process of a phosphoric acid plant. *Appl Radiat Isot* 2009a;67:345-56.

Bolivar JP, Perez-Moreno JP, Mas JL, Martin JE, SanMiguel EG, Garcia-Tenorio R. External radiation assessment in a wet phosphoric acid production plant. *Applied Radiation and Isotopes* 2009b;67:1930-8.

Bordajandi LR, Martín I, Abad E, Rivera J, González MJ. Organochlorine compounds (PCBs, PCDDs and PCDFs) in seafood and seafood from the Spanish Atlantic Southwest Coast. *Chemosphere* 2006;64:1450-7.

Bordajandi LR, Gómez G, Abad E, Rivera J, Del Mar Fernández-Bastón M, Blasco J, González MJ. Survey of persistent organochlorine contaminants (PCBs, PCDD/Fs, and PAHs), heavy metals (Cu, Cd, Zn, Pb, and Hg), and arsenic in food samples from Huelva (Spain): levels and health implications. *J Agric Food Chem* 2004;52:992-1001.

Borrell C, Marí-Dell'olmo M, Serral G, Martínez-Beneito M, Gotsens M; MEDEA Members. Inequalities in mortality in small areas of eleven Spanish cities (the multicenter MEDEA project). *Health Place* 2010;16:703-11.

Cánovas CR, Olías M, Nieto JM, Sarmiento AM, Cerón JC. Hydrogeochemical characteristics of the Tinto and Odiel Rivers (SW Spain). Factors controlling metal contents. *Sci Total Environ* 2007 1;373:363-82.

Capelo R, Alguacil J, Jara R, García MA, Gago A, Contreras M, Navarro V, Gurucelain JL, García T. Metales pesados en niños residentes en áreas representativas de cinco escenarios ambientales diferentes. Un estudio explorativo TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación oral. XXVIII Congreso de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE): Gaceta Sanitaria Vol24 (Especial Congreso 2). Octubre 2010: 37.(ISSN: 0213-9111). Valencia: 2010a

Capelo R, Gago A, Díaz-Santos M, García MA, Jara R, Contreras M, Rodríguez J, García T, Gómez-Ariza JL, Alguacil J. Comparison of toenails and urine as matrices for bio-monitoring of metal levels in exposed workers. TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster 23rd International ISEE Conference International Society for Epidemiology. Barcelona, Spain: September13-16, 2011a

Capelo R, García MA, Díaz-Santos MA, Alwakil M, Jara R, Pascagoza A, Ruiz A, García T, Alguacil J. Exposición laboral a metales y sintomatología respiratoria en trabajadores expuestos a metales. I Congreso Ibero-Americano de Epidemiología y Salud Pública,. Granada: 4-6 de septiembre de 2013. *Gac Sanit* 2013a;27(Espec Congr 2):404.

Capelo R, García MA, Díaz-Santos MA, Arredondo F, Domínguez JF, Asuero M, García T, Pérez B, Alguacil J. Niveles de metales en uñas y cáncer de próstata en el nodo de Huelva del estudio multicaso control sobre cáncer (MCC Spain). I Congreso Ibero-Americano de Epidemiología y Salud Pública,. Granada: 4-6 de septiembre de 2013. *Gac Sanit* 2013b;27(Espec Congr 2):145-6.

Capelo R, García MA, Díaz-Santos M, Jara R, Pereira A, Maldonado JA, Gago A, García T, Gómez-Ariza JL, Alguacil J. Cumulated internal dose of metals and pulmonary function among metal exposed workers. 23rd International ISEE Conference International Society for Epidemiology. Barcelona, Spain. September13-16, 2011b.

Capelo R, García MA, Galisteo R, Jara R, Buller E, Caballero FJ, Pereira A, de la Rosa J, Gómez-Ariza JL, Alguacil J. Cumulated internal dose of natural uranium in workers of an industrial area near a fertilizer production plant. TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster 23rd International ISEE Conference International Society for Epidemiology. Barcelona, Spain: September13-16, 2011c

Capelo R, García MA, Jara R, Contreras M, Caballero FJ, Pereira A, de la Rosa JD, Gómez-Ariza JL, Alguacil J. Niveles de uranio natural en uñas en trabajadores de la industria química y del metal. Comunicación oral. XXX Congreso de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE). Santander: 17-19 Octubre 2012a. Volumen 26:117.

Capelo R, García MA, Jara R, Pereira P, Maldonado JA, Gago A, García T, Gómez-Ariza JL, Alguacil J. Exposición laboral acumulada a metales y función pulmonar en trabajadores expuestos a metales. XXX Congreso de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE). Santander: 17-19 Octubre 2012b. Volumen 26:173.

Capelo R, González M, Díaz-Santos MA, García MA, Jara R, Contreras M, Gago A, García T, Alguacil J, et al. Relevancia del consumo de marisco/moluscos/pescado previo a la donación de muestras de orina y uñas en los niveles de metales en trabajadores expuestos a metales I Congreso Ibero-Americano de Epidemiología y Salud Pública,. Granada: 4-6 de septiembre de 2013. Gac Sanit 2013c;27(Espec Congr 2):430-1.

Capelo R, Rohlman D, Galisteo R, Gago A, Lorca JA, García MA, Anger WK, García T, Gómez-Ariza JL, Alguacil J. Examining the association between levels of arsenic, lead and mercury on neurobehavioral performance among metal, chemical and mining industry workers. 23rd International ISEE Conference International Society for Epidemiology. Barcelona, Spain: September 13-16, 2011d.

Capelo R, Ruiz AJ, Díaz-Santos MA, Jara R, Pascagaza A, Alwakil M, Pereira A, García T, Alguacil J. Niveles de metales y hallazgos radiológicos en la placa de tórax en trabajadores expuestos a metales. I Congreso Ibero-Americano de Epidemiología y Salud Pública. Granada: 4-6 de septiembre de 2013. Gac Sanit 2013d;27(Espec Congr 2):34.

Capelo R, Rohlman DS, Contreras M, Navarro V, González M, Lorca JA, Anger WK, García T, Gómez-Ariza JL, Alguacil J. Urinary levels of arsenic, lead and mercury among children and neurobehavioural toxicity: an exploratory study. 43rd European Brain and Behaviour Society Meeting (EBBS). September, 9-12/2011. Seville, Spain. September 9-11, 2011e

Capelo R, Rohlman DS, Contreras M, Navarro V, Lorca JA, García T, Gómez-Ariza JL, Gurucelain JL, Alguacil J. Niveles en orina de arsénico, plomo y mercurio en niños y toxicidad neuroconductual: un estudio explorativo. Comunicación oral. XXX Congreso de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE). Santander: 17-19 Octubre 2012c. Volumen 26:116.

Capelo R, Rohlman DS, Díaz-Santos M, Contreras M, Navarro V, Lorca JA, Anger WK, García T, Gómez-Ariza JL, Alguacil J. Urinary levels of arsenic, lead and mercury among children and neurobehavioural toxicity: An exploratory study. TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster 23rd International ISEE Conference International Society for Epidemiology. Barcelona, Spain: September 13-16, 2011f

Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III. Proyecto Ariadna. Mortalidad por cáncer y otras causas en España. Accesible en: <http://cne.isciii.es/ariadna.php>

Castelló A, Río I, García-Pérez J, Fernández-Navarro P, Waller LA, Clennon JA, Bolúmar F, López-Abente G. Adverse birth outcomes in the vicinity of industrial installations in Spain 2004-2008. Environ Sci Pollut Res Int. 2013;20:4933-46.

Castillo S, De la Rosa J, Sánchez de la Campa A, González Castanedo Y, Fernández Camacho R. Heavy metal deposition fluxes affecting an Atlantic coastal area in the southwest of Spain. Atmospheric Environment 2013;77:509-517.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention), 2013. Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, Updated Tables, September 2013. Atlanta, GA.

Cirera L, Cirarda F, Palència L, Estarlich M, Montes-Martínez A, Lorenzo P, Daponte-Codina A, López-Abente G. Mortality due to haematological cancer in cities close to petroleum refineries in Spain. Environ Sci Pollut Res Int 2013;20:591-6.

Comisión para Reducir las Desigualdades Sociales en Salud en España. Avanzando hacia la equidad. Propuesta de políticas e intervenciones para reducir las desigualdades sociales en salud en España. Ministerio de Sanidad y Política Social. Madrid, 2010. Accesible en: http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/promocion/desigualdadSalud/docs/Propuesta_Politicareducir_Desigualdades.pdf

Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité (CRIIRAD). Control radiológico de las balsas de fosfoyesos y del vertido de cesio 137 del CRI-9 Informe CRIIRAD N°07-117 Controles radiológicos en HUELVA (España). 2007.

Consejería de Igualdad, Salud y Políticas Sociales. Junta de Andalucía. Encuesta Andaluza de Salud. Accesible en:

http://www.juntadeandalucia.es/salud/channels/temas/temas_es/C_3_NUESTRA_SALUD/C_1_Vida_sana/Vigilancia_de_la_salud/encuesta_andaluza_de_salud/encuesta?perfil=ciud&desplegar=/temas_es/C_3_NUESTRA_SALUD/&idioma=es&tema=/temas_es/C_3_NUESTRA_SALUD/C_1_Vida_sana/Vigilancia_de_la_salud/encuesta

[andaluza de salud/&contenido=/channels/temas/temas es/C 3 NUESTRA SALUD/C 1 Vida sana/Vigilancia de la salud/encuesta andaluza de salud/encuesta](#)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Junta de Andalucía. El diagnóstico de la calidad ambiental de la Ría de Huelva. 2005.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Diagnóstico sobre la situación ambiental y sanitaria del entorno de la Ría de Huelva. 2004. Accesible en: http://recuperaturia.org/descargas/Informes/CSIC/informeCSIC_situacion_ambiental_huelva.pdf

Contreras-Acuña M, García-Barrera T, García-Sevillano MA, Gómez-Ariza JL. Speciation of arsenic in marine food (*Anemonia sulcata*) by liquid chromatography coupled to inductively coupled plasma mass spectrometry and organic mass spectrometry. *J Chromatogr A* 2013;1282:133-41.

Daponte Codina A, con la colaboración/revisión de: Ocaña Riola R, Fernández Ajuria A, Martín Olmedo P, Rueda de la Puerta P, Ballesteros V, Gurucelain JL, Mayoral JM. Situación actual de la Ría de Huelva. Informe para la Oficina del Defensor del Pueblo Andaluz. Granada: EASP, 2010.

De la Rosa JD, Sánchez de la Campa AM, Alastuey A, Querol Y, González Castanedo Y, Fernández Camacho R, Stein AF Using geochemical maps in PM10 defining the atmospheric pollution in Andalusia (Southern Spain). *Atmospheric Environment* 2010;44: 4595-605.

Defensor del Pueblo Andaluz. Resolución del Defensor del Pueblo Andaluz formulada en la queja 09/1699 dirigida a Consejería de Salud. Relativa a: Situación epidemiológica de la ría de Huelva. Accesible en: <http://www.defensordelpuebloandaluz.es/content/situaci%C3%B3n-epidemiol%C3%B3gica-de-la-r%C3%ADa-de-huelva>

Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System (IRIS). Arsenic, inorganic Quickview (CASRN 7440-38-2). 2014a Accesible en: http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm?fuseaction=iris.showQuickView&substance_nmbr=0278#carc.

Environmental Protection Agency (EPA) Regions 3, 6, and 9. Regional Screening Levels for Chemical Contaminants at Superfund Sites. 2014b http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/rb-concentration_table/index.htm.

Escolar-Pujolar A. Desigualdades sociales en la mortalidad por causas en la ciudad de Huelva (1992-2007) según privación de la sección censal. Delegación Territorial de Igualdad, Salud y Políticas Sociales. Cádiz, 2012. [Documento no publicado].

Escolar-Pujolar A. Mortalidad general y por causas en la ciudad de Huelva en 1960-1964: comparación con España. Delegación Territorial de Igualdad, Salud y Políticas Sociales. Cádiz, 2012b. [Documento no publicado].

European Communities. Commission regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Communities*, 2001 L77.

Falcó G, Nadal M, Llobet JM, Domingo JL. Riesgo tóxico por metales presentes en los alimentos. En: *Toxicología alimentaria*. AM Cameán y M Repetto Eds. Diaz-Santos 2006. 309-326.

Fernández-Caliani JC. Risk-based assessment of multimetallic soil pollution in the industrialized peri-urban area of Huelva, Spain. *Environ Geochem Health* 2012;34:123-39.

Fernández-Camacho R, Rodríguez S, de la Rosa JD, Sánchez de la Campa AM, Alastuey A, Querol X, González-Castanedo Y, García-Orellana I, Nava S. Source apportionment of ultrafine particles in Huelva industrial city. *Atmospheric Environment* 2012;61: 507-17,

Fernández Camacho R, de la Rosa JD, Sánchez de la Campa AM, González Castanedo Y, Alastuey A, Querol X, Rodríguez S. Geochemical characterization of Cu-smelter emission plumes with impact in an urban area of SW Spain. *Atmospheric Research* 2010; 96: 590- 601.

Fernández-Navarro P, García-Pérez J, Ramis R, Boldo E, López-Abente G. Proximity to mining industry and cancer mortality. *Sci Total Environ* 2012;435-436:66-73.

García-Pérez J, Fernández-Navarro P, Castelló A, López-Cima MF, Ramis R, Boldo E, López-Abente G. Cancer mortality in towns in the vicinity of incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste. *Environ Int* 2013;51:31-44.

- García-Pérez J, López-Cima MF, Pollán M, Pérez-Gómez B, Aragonés N, Fernández-Navarro P, Ramis R, López-Abente G. Risk of dying of cancer in the vicinity of multiple pollutant sources associated with the metal industry. *Environ Int* 2012;40:116-27.
- Gázquez, MJ, Mantero J, Mosqueda F, Garcia-Tenorio R, Bolívar JP Evaluación del impacto radiactivo en las áreas limítrofes a las balsas de fosfoyeso previo a su restauración. Abstracts del III Congreso conjunto de la sociedad Española de Física Médica y la Sociedad Española de Protección Radiológica. Cáceres 2013. <http://www.sefmseprextremadura2013.es/TRABAJOS/Trabajos%20por%20Areas/Area11/11-012.pdf>
- Guillén MT, Delgado J, Albanese S, Nieto JM, Lima A, de Vivo B. Environmental geochemical mapping of Huelva municipality soils (SW Spain) as a tool to determine background and baseline values. *J Geoch Exploration* 2011;109: 69-69.
- Hierro A, Olías M, Ketterer ME, Vaca F, Borrego J, Cánovas CR, Bolivar JP. Geochemical behavior of metals and metalloids in an estuary affected by acid mine drainage (AMD). *Environ Sci Pollut Res Int* 2013a Oct 6.
- Hierro A, Martín JE, Olías M, Vaca F, Bolivar JP. Uranium behaviour in an estuary polluted by mining and industrial effluents: the Ría of Huelva (SW of Spain). *Water Res* 2013b;47:6269-79.
- Khlifi R, Olmedo P, Gil F, Feki-Tounsi M, Hammami B, Rebai A, Hamza-Chaffai A. Biomonitoring of cadmium, chromium, nickel and arsenic in general population living near mining and active industrial areas in Southern Tunisia. *Environ Monit Assess* 2013 Sep 28. [Epub ahead of print]
- Jacquemin B, Basagaña X, Karanasiou A, Agis D, Alguacil J, Querol X, Sunyer J, Ostro B, Stafoggia M, MED-PARTICLES Study group. The effects of particulate matter (PM) sources on daily hospitalizations in three Spanish cities, the MED-Particles project . Abstracts of the 2013 Conference of the International Society of Environmental Epidemiology (ISEE), the International Society of Exposure Science (ISES), and the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ), August 19–23, 2013, Basel, Switzerland. 2013. *Environ Health Perspect*; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.ehbasel13>
- López-Abente G, Fernández-Navarro P, Boldo E, Ramis R, García-Pérez J. Industrial pollution and pleural cancer mortality in Spain. *Sci Total Environ* 2012a;424:57-62.
- López-Abente G, García-Pérez J, Fernández-Navarro P, Boldo E, Ramis R. Colorectal cancer mortality and industrial pollution in Spain. *BMC Public Health* 2012b Aug 1;12:589.
- López-Artíguez M, Soria ML, Repetto M. Heavy metals in bivalve molluscs in the Huelva estuary. *Bull Environ Contam Toxicol* 1989;42:634-42.
- López-Gonzalez N, Borrego J, Morales JA, Carro B, Lozano-Soria O. Metal fractionation in oxic sediments of an estuary affected by acid mine drainage (south-western Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 2006; 68: 297-304.
- Lozano RL, Bolivar JP, SanMiguel EG, Garcia-Tenorio R, Gazquez MJ. An accurate method to measure alpha-emitting natural radionuclides in atmospheric filters: Application in two NORM industries. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* 2011; A659:557-68.
- Madejón P, Burgos P, Murillo JM, Cabrera F, Madejón E. Bioavailability and accumulation of trace elements in soils and plants of a highly contaminated estuary (Domingo Rubio tidal channel, SW Spain). *Environ Geochem Health* 2009;31:629-42.
- Márquez-García B, Márquez C, Sanjosé I, Nieva FJ, Rodríguez-Rubio P, Muñoz-Rodríguez AF. The effects of heavy metals on germination and seedling characteristics in two halophyte species in Mediterranean marshes. *Mar Pollut Bull* 2013;70:119-24.
- Martínez-Beneito MA, Zurriaga O, Botella-Rocamora P, Marí-Dell'Olmo M, Nolasco A, Moncho J, Daponte A, Domínguez-Berjón MF, Gandarillas A, Martos C, Montoya I, Sánchez-Villegas P, Taracido M, Borrell C. Do socioeconomic inequalities in mortality vary between different Spanish cities? A pooled cross-sectional analysis. *BMC Public Health* 2013;13:480
- Martínez-Montero E, Romanos-Lezcano A, Praena-Crespo M, Repetto-Jiménez M, Martínez-Ruiz D. Organochlorine compounds: blood levels in mothers, newborns, and infants, in maternal milk and formula. Study in the province of Huelva. *An Esp Pediatr* 1993;39:46-52.

Mateos S, Daza P, Domínguez I, Cárdenas JA, Cortés F. Genotoxicity detected in wild mice living in a highly polluted wetland area in south western Spain. *Environ Pollut* 2008;153:590-3.

Nieto JM, Sarmiento AM, Canovas CR, Olias M, Ayora C. Acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt: 1. Hydrochemical characteristics and pollutant load of the Tinto and Odiel rivers. *Environ Sci Pollut Res Int* 2013;20:7509-19.

Ocaña-Riola R (editor). Atlas Interactivo de Mortalidad en Andalucía: AIMA, 1981-2009. Granada: Escuela Andaluza de Salud Pública. Consejería de salud de Andalucía. Accesible en: <http://www.demap.es/aima/>

Olías M, Nieto JM, Sarmiento AM, Cerón JC, Cánovas CR. Seasonal water quality variations in a river affected by acid mine drainage: the Odiel River (South West Spain). *Sci Total Environ* 2004;333:267-81.

Oliva M, José Vicente J, Gravato C, Guilhermino L, Dolores Galindo-Riaño M. Oxidative stress biomarkers in Senegal sole, *Solea senegalensis*, to assess the impact of heavy metal pollution in a Huelva estuary (SW Spain): seasonal and spatial variation. *Ecotoxicol Environ Saf* 2012a;75:151-62.

Oliva M, Perales JA, Gravato C, Guilhermino L, Galindo-Riaño MD. Biomarkers responses in muscle of Senegal sole (*Solea senegalensis*) from a heavy metals and PAHs polluted estuary. *Mar Pollut Bull* 2012b;64:2097-108.

Oliva M, Vicente-Martorell JJ, Galindo-Riaño MD, Perales JA. Histopathological alterations in Senegal sole, *Solea Senegalensis*, from a polluted Huelva estuary (SW, Spain). *Fish Physiol Biochem* 2013;39:523-45.

Olmedo P, Pla A, Hernández AF, Barbier F, Ayouni L, Gil F. Determination of toxic elements (mercury, cadmium, lead, tin and arsenic) in fish and shellfish samples. Risk assessment for the consumers. *Environ Int* 2013 ;59:63-72.

OSMAN (Observatorio de Salud y Medioambiente de Andalucía). Consejería de Salud de Andalucía. Seminario sobre "Estudios Epidemiológicos en el suroeste español y zonas industrializadas de Cádiz y Huelva". Principales Conclusiones y Recomendaciones. Algeciras: Consejería de Salud, 2007. Accesible en: http://www.osman.es/contenido/observatorio/eventos/conclusiones_seminario_osman.pdf.

Querol X, Alastuey A, Moreno T, Viana MM, Castillo S, Pey J, Rodriguez S, Artinano B, Salvador P, Sanchez M, Garcia Dos Santos S, Herce Garraleta MD, Fernandez-Patier R, Moreno-Grau S, Negral L, Minguillon MC, Monfort E, Sanz MJ, Palomo-Marin R, Pinilla-Gil E, Cuevas E, de la Rosa J, Sanchez de la Campa A. Spatial and temporal variations in airborne particulate matter (PM10 and PM2.5) across Spain 1999-2005. *Atmospheric Environment* 2008;42: 3964-79.

Querol X, Alastuey A, de la Rosa JD, Sánchez de la Campa A, Plana F, Ruiz CR. Source apportionment analysis of atmospheric particulates in an industrialised urban site in southwestern Spain *Atmospheric Environment*. 2002;36, 3113-25.

Querol X. Caracterización química y mineralógica de muestras ambientales asociadas a las balsas de fosfoyesos de Huelva. Informe para la Consejería de Medio Ambiente. Septiembre de 1999.

Ramis R, Diggle P, Boldo E, Garcia-Perez J, Fernandez-Navarro P, Lopez-Abente G. Analysis of matched geographical areas to study potential links between environmental exposure to oil refineries and non-Hodgkin lymphoma mortality in Spain. *Int J Health Geogr* 2012a;11:4.

Ramis R, Fernandez-Navarro P, Garcia-Perez J, Boldo E, Gomez-Barroso D, Lopez-Abente G. Risk of cancer mortality in Spanish towns lying in the vicinity of pollutant industries. *ISRN Oncol* 2012b;2012:614198.

Rodríguez-Barranco M, Lacasaña M, Aguilar-Garduño C, Alguacil J, Gil F, González-Alzaga B, Rojas-García A. Association of arsenic, cadmium and manganese exposure with neurodevelopment and behavioural disorders in children: a systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ* 2013;454-455:562-77.

Rodríguez-Barranco M, Lacasaña M, Gil F, Lorca JA, González-Alzaga B, Molina-Villalba I, Mendoza R, Aguilar-Garduño V, Alguacil J. Cadmium exposure and neurodevelopment in school children in Spain. Enviado para publicar.

Sainz A, Grande JA, de la Torre ML. Application of a systemic approach to the study of pollution of the Tinto and Odiel rivers (Spain). *Environ Monit Assess* 2005;102: 435-45.

Sánchez de la Campa AM, de la Rosa J, González-Castanedo Y, et al. Levels and chemical composition of PM in a city near a large Cu-smelter in Spain. *J Environ Monit* 2011;13:1276-87.

- Sánchez-España J, López-Pamo E, Santofimia E, Aduvire O, Reyes J, Baretino D. Acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt (Odiel river watershed, Huelva, SWSpain). *Appl. Geochem* 2005; 20: 1320-56.
- Sánchez-Rodas D, Sánchez de la Campa AM, de la Rosa JD, et al. Arsenic speciation of atmospheric particulate matter (PM10) in an industrialised urban site in southwestern Spain. *Chemosphere* 2007;66:1485-93.
- Santos Sánchez V. Análisis espacial sobre la mortalidad de Huelva en el periodo 1992-2007. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2013.
- Serra Majem LL, Ribas L, Salvador G, Castells C, Serra J, Jover LL, Tresserras R, Farran A, Román B, Raidó B, Ngo J, Taberner JLL, Salleras LL. Avaluació de l'estat nutricional de la població catalana 2002-2003. Evolució dels hàbits alimentaris i del consum d'aliments i nutrients a Catalunya (1992-2003). Edita Direcció General de Salut Pública del Departament de Sanitat i Seguretat Social (Generalitat de Catalunya). Barcelona: 2003.
- Usero J, González-Regalado E, Gracia I. Trace metals in the bivalve mollusc *Chamelea gallina* from the Atlantic coast of southern Spain. *Marine Pollution Bulletin* 1996; 32:305-10.
- Usero J, Gozález-regalado E, Gracia I. Trace metals in the bivalve molluscs *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinarum* from the atlantic coast of Southern Spain. *Environ Int* 1997; 23: 291-8
- Usero J, Izquierdo C, Morillo J, Gracia I. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environ Int* 2004;29:949-56.
- Usero J, Morillo J, Gracia I. Heavy metal concentrations in molluscs from the Atlantic coast of southern Spain. *Chemosphere* 2005;59:1175-81..
- Vergara Duarte M, Benach J, Martínez JM, Buxó Pujolràs M, Yasui Y. Avoidable and nonavoidable mortality: geographical distribution in small areas in Spain (1990-2001). *Gac Sanit* 2009;23:16-22.
- Vicente-Martorell JJ, Galindo-Riaño MD, García-Vargas M, Granado-Castro MD. Bioavailability of heavy metals monitoring water, sediments and fish species from a polluted estuary. *J Hazard Mater* 2009;162:823-36. .
- World Health Organization. Evaluation of certain food additives and contaminants (Forty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 837, 1993.