

## 10. CONTAMINACIÓN DE SUELOS

### 10.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

#### 10.1.1. ASPECTOS LEGALES

La contaminación de suelos está requiriendo cada vez más atención debido a que, por una parte, puede suponer un riesgo serio para la salud de las personas y para el funcionamiento de los ecosistemas y, por otra, puede imposibilitar la implantación de determinadas actividades en los suelos afectados, con la consiguiente pérdida de valor económico de los mismos.

La estrecha relación que a menudo existe entre el suelo y las aguas subterráneas, y el creciente empleo de éstas, frecuentemente para abastecimiento urbano, hace de la contaminación de este medio una cuestión que es preciso afrontar con la misma determinación que la contaminación del aire o del agua.

La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, introduce un concepto nuevo en el ordenamiento jurídico español, el de suelo contaminado, definiéndolo como "todo aquel cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o para el medio ambiente". Esta ley regula los Suelos Contaminados y lleva a cabo la jerarquización de las distintas actuaciones a realizar sobre estos suelos. Además, dedica íntegramente su Título V a los suelos contaminados y establece que las Comunidades Autónomas deberán realizar un inventario de los mismos y elaborar una lista de prioridades de actuación. Este inventario constituye un instrumento de uso interno para las Comunidades Autónomas que permite conocer el alcance y la problemática de dichos suelos.

Posteriormente, con objeto de dar cumplimiento a la ley estatal, la Consejería de Medio Ambiente publica el "Inventario de Suelos Potencialmente

Contaminados de Andalucía". Este documento trata por un lado, de identificar, definir y localizar todos los emplazamientos potencialmente contaminados de Andalucía, su naturaleza y situación y, por otro, de establecer un listado de actividades potencialmente contaminantes de suelos. Asimismo, a través de este inventario se intenta recopilar la información más relevante de cada uno de los emplazamientos supuestamente contaminados y jerarquizarlos según un sistema informático diseñado específicamente, que permita un manejo rápido y efectivo de la información.

En la actualidad, la Ley 7/1994 de 18 de mayo, de Protección Ambiental de Andalucía, establece las condiciones con las que se deben llevar a cabo las distintas operaciones sobre el suelo y determina las bases para la intervención pública en esta materia. El Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Decreto 283/95 de 21 de noviembre) desarrolla y completa las determinaciones establecidas en esta ley de forma más amplia y detallada.

En cuanto a la planificación relativa a los suelos contaminados, destacan como las principales figuras de planeamiento el "Plan Nacional de Residuos Peligrosos (1995-2000)" y el "Plan de Recuperación de Suelos Contaminados (1995-2000)", en los que se regula tanto la identificación y caracterización de los residuos peligrosos, como las actuaciones de rehabilitación, control y vigilancia sobre los suelos contaminados.

Por último, cabe destacar que el principal problema para abordar la descontaminación de suelos es que la mayoría de éstos se encuentra en fincas de propiedad particular, y además, gran parte de ellos fueron contaminados hace bastantes años, siendo muy difícil la asignación de responsabilidades y de los costes de descontaminación.

#### 10.1.2. EVOLUCIÓN DE LOS SUELOS SELLADOS EN SAN ROQUE

El conocimiento de la evolución de los usos del

### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



suelo, con independencia de la utilidad directa que presenta, es de especial importancia para la elaboración de índices e indicadores que permitan conocer la evolución temporal de los mismos, así como la comparación de diferentes ámbitos territoriales entre sí. Sin embargo, para este objetivo las fuentes de información disponibles para evaluar la evolución de las superficies que pasan de distintos usos del suelo, a suelos sin posible recuperación son muy limitadas.

Los usos considerados como suelos sellados se corresponden con los usos del suelo cuya transformación tiene carácter permanente, donde predominan los materiales artificiales como el cemento, acero, etc. Con esta denominación, se han considerado la totalidad de los usos urbanos, infraestructuras varias, equipamientos, etc. A estos usos, eminentemente urbanos, se le ha sumado la superficie ocupada por canales artificiales y embalses, zonas portuarias y áreas de equipamiento deportivo, que en el caso de San Roque incluye superficies considerables de

campos de golf, Polo, etc.

Nos hemos basado en la información disponible en la publicación "Usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía. Cartografía y estadísticas 1991-1995" (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Red de Información Ambiental de Andalucía, 2001), que aunque proporciona información un tanto anticuada, permite observar la evolución del municipio a comienzos de la década pasada.

En la Tabla 10.1. se puede observar la evolución de los usos del suelo considerados como "Urbano" en el municipio de San Roque entre los años 1991 y 1995. Podemos observar como la tendencia está marcada por un incremento paulatino de las superficies construidas pasando de las 1.525 Ha. en 1991 a las 1.923 Ha. en 1995, destacando especialmente las urbanizaciones residenciales, las zonas en construcción, zonas mineras y de equipamiento deportivo.

Uso del suelo (superficie en Ha.)	Año	
	1991	1995
Urbanizaciones residenciales	550	672
Urbanizaciones agrícolas/residenciales	0	8
Zonas industriales y comerciales	352	385
Autopistas, autovías y viarios	7	7
Zonas portuarias	35	47
Otras infraestructuras técnicas	0	6
Zonas mineras	28	43
Escombros y vertederos	43	18
Zonas en construcción	52	235
Equipamiento deportivo y recreativo	264	305
<b>Total superficies edificadas e infraestructuras</b>	<b>1.525</b>	<b>1.923</b>

**Tabla 10.1.:** Evolución de las superficies en zonas de suelo de Uso Urbano de San Roque entre 1991 y 1995. Fuente: Usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía. Cartografía y estadísticas 1991-1995. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Red de Información Ambiental de Andalucía, 2001.

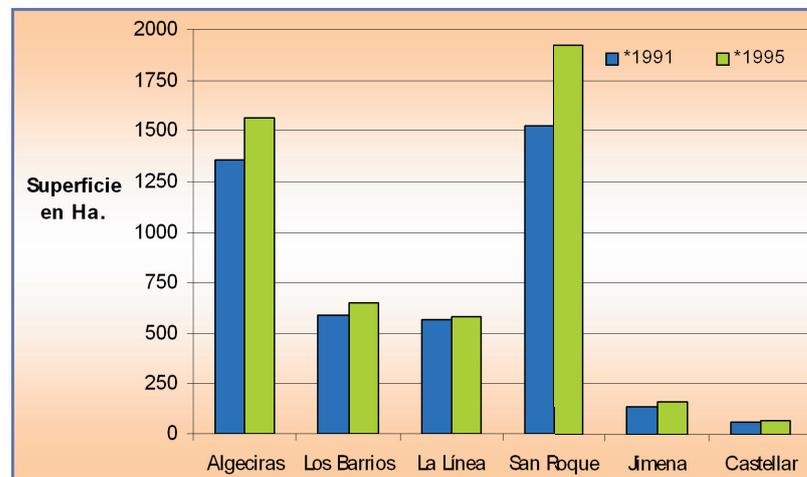
### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Sin embargo la superficie de escombreras y vertederos disminuye notablemente, lo que es una buena señal ya que se produce la recuperación de una zona gravemente alterada o el sellado de vertederos incontrolados. La superficie de sistemas viarios de desplazamiento se ha mantenido constante, si no se tiene en cuenta el sistema general viario que se incluye en las nuevas urbanizaciones construidas en el término municipal.

En la Gráfica 10.1. podemos apreciar la evolución de las superficies construidas en los municipios del entorno de la Bahía de Algeciras, así como otros colindantes a San Roque. Es destacable el crecimiento que se ha venido desarrollando en el término en cuestión, con casi 400 Ha. (un 26,09% de incremento) más de superficie construida en ese periodo y muy por encima de los demás municipios. Le sigue Algeciras con un aumento en torno a las 200 Ha. de zonas urbanizadas (la

mitad de San Roque), que suponen un incremento del orden del 15% de las mismas. En el resto de municipios con los que se ha comparado no se han producido incrementos tan notables en superficie, aunque si en porcentaje (ver más adelante en este epígrafe).

La Tabla 10.2. muestra el incremento en porcentaje de la superficie sellada de esos mismos términos en comparación con la superficie total de cada uno de los términos municipales. Los municipios con mayor porcentaje de territorio ocupado por usos urbanos respecto al total de la superficie del término municipal, son por orden decreciente La Línea (en torno al 30%), Algeciras (con valores cercanos al 20%) y San Roque con un 13% del territorio urbanizado. Salvo en el caso de La Línea, no son valores muy elevados en comparación con otros municipios de mayor tradición en desarrollo urbanístico en el término municipal.



**Gráfica 10.1:** Evolución de las superficies construidas en San Roque y municipios colindantes en el periodo 1991-1995. Fuente: Usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía. Cartografía y estadísticas 1991-1995. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Red de Información Ambiental de Andalucía, 2001.

Municipio	Superficie Ha.	Sellados 1991	Sellados 1995	Incremento en Ha.	% en 1991	% en 1995	Incremento en %
Algeciras	8.510	1.355	1.560	205	15,92	18,33	15,12
Los Barrios	33.102	590	649	59	1,78	1,96	10
La Línea	1.864	564	583	19	30,25	31,27	3,36
San Roque	14.624	1.525	1.923	398	10,42	13,14	26,09
Jimena	34.566	141	162	21	0,40	0,46	14,89
Castellar	17.884	65	69	4	0,36	0,38	6,15

**Tabla 10.2.:** Evolución de las superficies selladas en los términos del entorno de la Bahía de Algeciras y porcentajes en el periodo 1991-1995. Fuente: elaboración propia a partir de Usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía. Cartografía y estadísticas 1991-1995. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Red de Información Ambiental de Andalucía, 2001.

Aún así, al observar los valores absolutos de superficies urbanizadas podemos encontrar diferencias respecto a este análisis. En total, San Roque es el término municipal con mayor número de hectáreas dedicadas a usos urbanos (1.923 Ha. en 1995) seguido de Algeciras con 1.560 Ha. en el mismo año y por Los Barrios que presenta 649 Ha, de toda la zona de la Comarca del Campo de Gibraltar. En función de los datos del periodo analizado y conociendo la tendencia urbanizadora que se ha venido desarrollando en el municipio con el desarrollo de planes parciales del P.G.O.U., podemos afirmar que actualmente la superficie urbanizada es mucho mayor, pero debido a la falta de datos actualizados no podemos conocer el aumento que se ha producido.

Podemos apreciar respecto a los municipios del entorno de San Roque que los mayores crecimientos se han producido en Algeciras (205 Ha. y 15,12%), Los Barrios (59 Ha. y 10%) y Jimena de la Frontera (21 Ha. y 14,89%), con superficies construidas muy diferentes y porcentajes del territorio ocupados por usos urbanos también muy distintos. De echo Los Barrios (1,96%), Jimena (0,46%) y Castellar (0,38%) poseen valores muy bajos en el porcentaje de ocupación urbana del territorio ya que sus términos municipales son muy grandes y aún conservan la mayor parte sin urbanizar, bien por las especiales condiciones del terreno o por encontrarse enclavados en el Parque Natural Los Alcornocales y estar limitados los usos

dentro del mismo.

Se pone así de manifiesto no tan solo la tendencia ascendente en la superficie ocupada por usos urbanos en el Campo de Gibraltar, sino la importancia del sector de la construcción en el arco de la Bahía de Algeciras y frente mediterráneo de San Roque y La Línea, en contraposición a los municipios del interior donde el impulso urbanístico viene siendo menor.

Por otro lado, los porcentajes de ocupación del suelo para el total de la provincia de Cádiz y Andalucía, son 3 y 3,3 % respectivamente, mientras que para el conjunto del Campo de Gibraltar se sitúan en torno al 11%, por lo que el porcentaje de suelos sellados en San Roque se encuentra por encima de los de Cádiz y Andalucía, pero está cerca de la media del Campo de Gibraltar.

### 10.1.3. SUELOS POTENCIALMENTE CONTAMINADOS EN SAN ROQUE

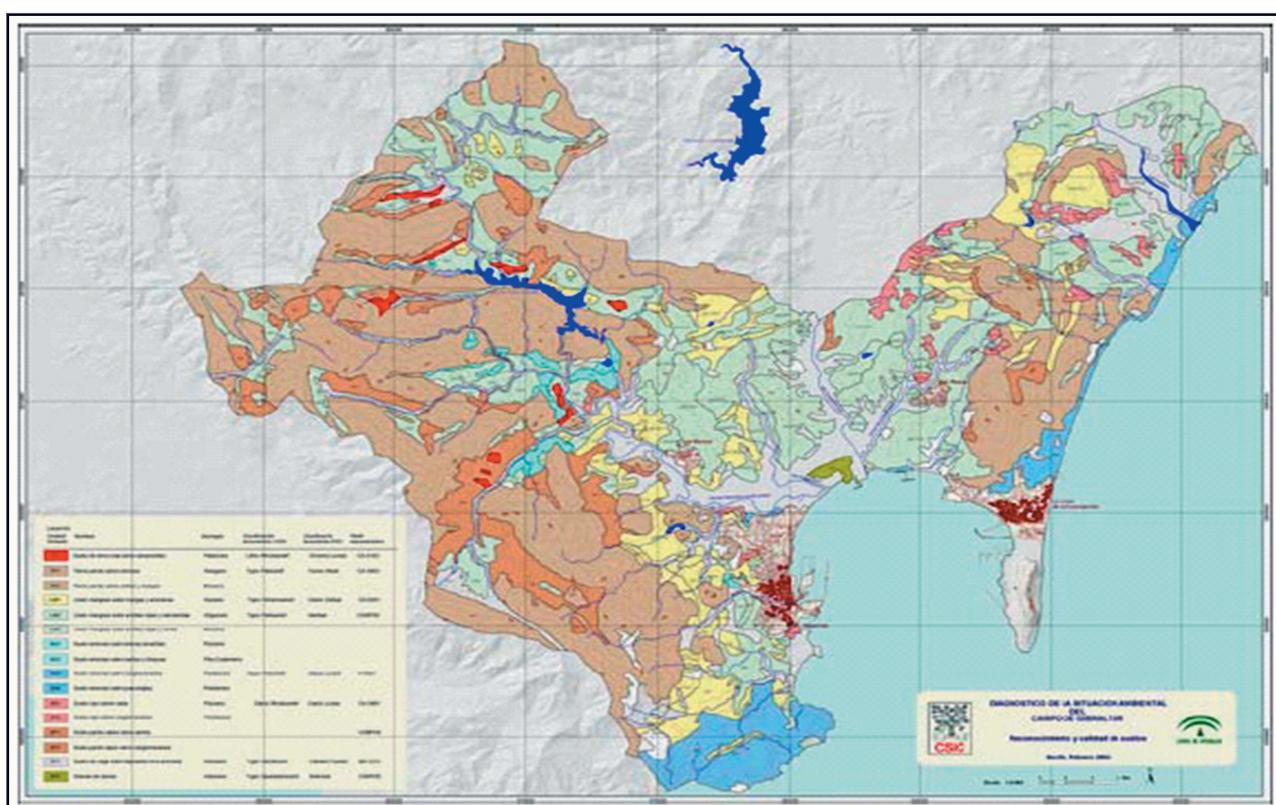
El esfuerzo que viene realizando la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía para el levantamiento de información sobre la calidad ambiental en la comarca permite disponer de información reciente y detallada sobre aquellas zonas donde se produce un mayor impacto en el medio.

### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Previamente se han analizado los suelos de la zona de estudio (entorno de la Bahía de Algeciras, donde se engloba el T.M. de San Roque) y se ha observado que existe una gran variabilidad de los mismos (Figura 10.1).

Se encuentran desde suelos muy poco evolucionados (Aquic Xerofluvent) en las zonas de aporte aluvial, hasta suelos muy evolucionados (Typic Palexeralf) sobre areniscas del Aljibe, además de suelos arcillosos sobre margas terciarias (Typic Chromoxerert). Concretamente en San Roque

encontramos cuatro grandes tipos de suelos: en los valles fluviales y llanuras de inundación, suelos de vega sobre depósitos limo-arenosos (Typic Xerofluvent), en las zonas alomadas del interior del término, suelos margosos (Typic Pelloxerert), en las zonas de sierras, tierras pardas (Typic Palexeralf), en zonas de transición del interior, Lhem margosos sobre margas y areniscas (Typic Chromoxerert) y en determinados lugares suelos rojos de naturaleza caliza (Calcic luvisol) que se explotan en ocasiones como canteras de calcarenitas.



**Figura 10.1.:** Mapa semidetallado de suelos del entorno de la Bahía de Algeciras (escala 1:50.000). Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.2004.

### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

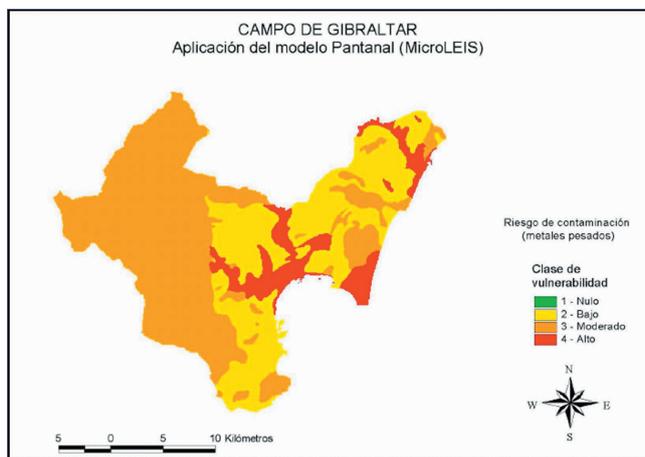
Ilustre Ayto. de San Roque



Leyenda Unidad / Símbolo	Nombre	Categoría	Clasificación Taxonómica USDA	Clasificación Taxonómica FAO	Perfil representativo
TR1	Suelo de tierra rosa sobre calcarenitas	Paleoceno	Lithic Rhodoxeralf	Chromic Luvisol	CA 0103
TP1	Tierra parda sobre arenisca	Neogeno	Typic Parexeralf	Humic Nitisol	CA0402
TP2	Tierra parda sobre arcillas y margas	Mioceno			
LM1	Lhem margoso sobre margas y areniscas	Eoceno	Typic Chromoxerelt	Calcic Vertisol	CA 0201
LM2	Lhem margoso sobre arcillas rojas y calcarenitas	Oligoceno	Typic Pelloxerert	Vertisol	CGRP02
LM3	Lhem margoso sobre arcillas rojas y	Mioceno			
SA1	Suelo arenoso sobre arenas amarillas	Plioceno			
SA2	Suelo arenoso sobre cantos y bloques	Plio-Cuaternario			
SA3	Suelo arenoso sobre conglomerados	Pleistoceno	Aquatic Palexeralf	Gleyic Luvisol	H0501
SA4	Suelo arenoso sobre pseudogley	Pleistoceno			
SR1	Suelo rojo sobre caliza	Plioceno	Calcic Rhodoxeralf	Calcic Luvisol	CA0401
SR2	Suelo rojo sobre conglomerados	Pleistoceno			
SP1	Suelo pardo calizo sobre cantos				CGPB04
SP2	Suelo pardo rojizo sobre conglomerados				
SV1	Suelo de vega sobre depósitos limo-arenosos	Holoceno	Typic Xerofluent	Calcic Luvisol	MA0201
AD1	Arenas de dunas	Holoceno	Typic Quarzissamment	Arenosol	CGRP03

**Figura 10.2.:** Base de datos de perfiles de suelos (SDBmPlus). Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

En base a este estudio previo se ha determinado que el mayor riesgo de contaminación lo muestran los suelos aluviales (Aquic Xerofluvent), muy especialmente por el uso de fertilizantes y pesticidas. Los suelos arcillosos (Typic Chromoxerert) ofrecen el menor riesgo de contaminación por metales pesados y por consiguiente serían los más adecuados para el aporte de residuos urbanos. Para la evaluación del riesgo potencial de contaminación de los suelos por fertilizantes (N y P), metales pesados (de lodos y compost) y pesticidas, se ha realizado la adaptación a la zona y aplicación preliminar del modelo Pantanal de MicroLEIS.



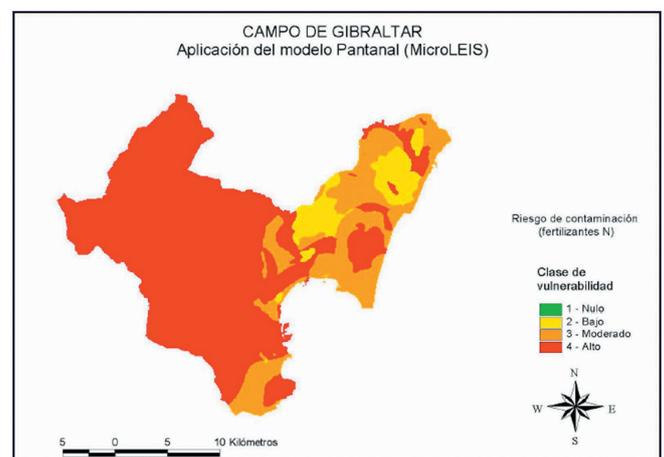
**Figura 10.3.:** Riesgo de contaminación por metales pesados. Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

En la Figura 10.3. se puede observar el riesgo de contaminación por metales pesados en el entorno de la Bahía de Algeciras, destacando las zonas de San Roque enclavadas en las vegas fluviales de los ríos Guadarranque y Guadiaro, y el Arroyo Madre Vieja con una alta probabilidad de contaminación. La situación de los polígonos industriales de Guadarranque, Campamento y La Pólvora por un lado y El Cañuelo por otro, con actividades y procesos industriales que generan numerosos

residuos contaminantes, en las zonas de mayor riesgo de contaminación, nos hace pensar en la necesidad de hacer un seguimiento intensivo del estado del suelo en el entorno de esas zonas.

De hecho las recientes investigaciones realizadas por el CSIC para ese mismo informe, demuestran que los niveles de determinados metales pesados en zonas aledañas a esas zonas industriales se encuentran por encima o cerca de los niveles máximos permitidos (ver epígrafe 10.1.3.3.).

Por otra parte el riesgo de contaminación por fertilizantes (N) resulta ser alto o moderado en gran parte del término (Figura 10.4.), coincidiendo las zonas de mayor potencial contaminante con los valles fluviales del Guadarranque y Guadiaro, y el área en torno a Sierra Carbonera. En los primeros casos se debe hacer un seguimiento de las condiciones edáficas del área con cultivos, ya que gran parte de la actividad agrícola del término se concentra en esas zonas y el riesgo de contaminación es mayor que, por ejemplo, en Sierra Carbonera donde la agricultura es prácticamente nula.



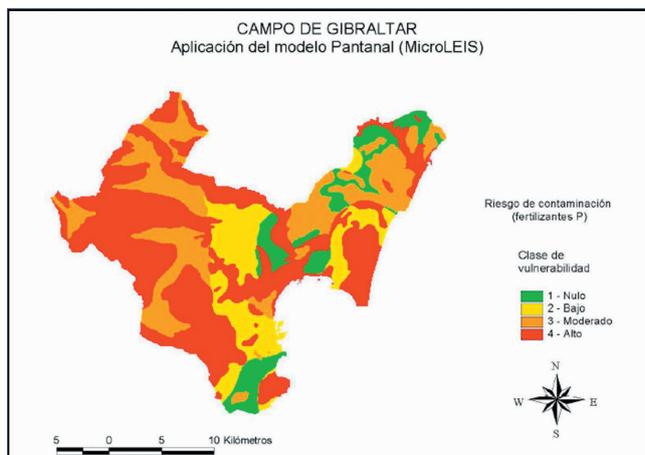
**Figura 10.4.:** Riesgo de contaminación por fertilizantes (N). Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

En el caso de las zonas más proclives a la contaminación por fertilizantes derivados de fosfatos (P) en gran parte del término el riesgo es moderado o alto, pero también encontramos zonas en la que éste es nulo o bajo (Figura 10.5.). La heterogeneidad de los suelos y la geomorfología propia del terreno provoca esta situación, que en algunos casos hace que se encuentren áreas de riesgo nulo colindando con otras de alto riesgo de contaminación. Ello es debido a que existen zonas de contacto entre vegas aluviales y áreas de sierras con naturaleza edáfica distinta.

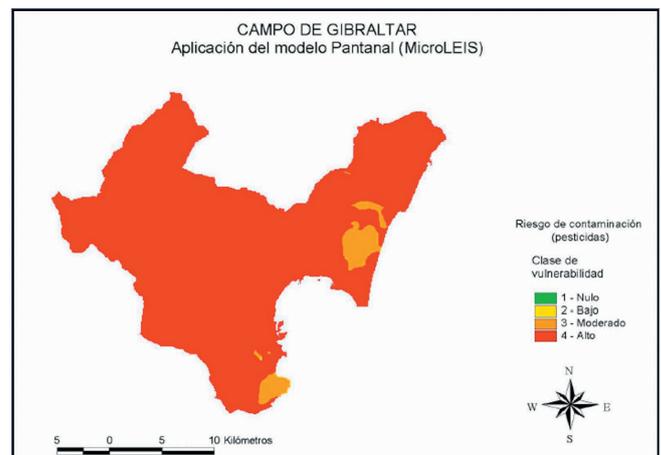
Las vegas fluviales de los dos mayores ríos que discurren por San Roque (Guadiaro y Guadarranque), el Arroyo Madre Vieja y las zonas

altas de la Sierra Carbonera son las zonas más vulnerables a la contaminación por fosfatos, como se puede comprobar en el mapa.

El caso del riesgo de contaminación por pesticidas (Figura 10.6.) es especialmente significativo ya que casi la totalidad del término de San Roque, y en general el entorno de la Bahía de Algeciras, es especialmente sensible a este tipo de sustancias contaminantes. Tan solo dos zonas se podrían considerar con un riesgo moderado de contaminación en todo el entorno de la Bahía. Una se situaría cerca de Punta Carnero, en Algeciras, y otra en el entorno de la Sierra Carbonera y hacia el noreste de ésta en San Roque, de suelos más permeables.



**Figura 10.5.:** Riesgo de contaminación por fertilizantes (P). Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.



**Figura 10.6.:** Riesgo de contaminación por Pesticidas. Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

#### 10.1.3.1. CONTAMINACIÓN DEL SUELO DERIVADA DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

El mayor impacto sobre el suelo que puede derivarse de la actividad agrícola, es la contaminación por productos fitosanitarios utilizados en el tratamiento de los cultivos. Este tipo de productos se usan para combatir los parásitos y enfermedades de las plantas, proteger a los cultivos de los agentes dañinos como las malas hierbas y mejorar cualitativa y cuantitativamente la producción.

Existen tipos de fitosanitarios que, de acuerdo con sus características, pueden producir distintos impactos sobre el suelo.

- Los plaguicidas son sustancias o compuestos químicos que sirven para combatir los parásitos de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos, del hombre y su ambiente. Estas sustancias pueden tener efectos muy negativos sobre las comunidades de microfauna y flora de los suelos, que pueden traer consigo desequilibrios en la cadena trófica por su toxicidad inmediata o por procesos de bioacumulación, impidiendo una correcta evolución de los suelos así como el desempeño de parte de sus funciones ecológicas. Los plaguicidas también afectan a la textura del suelo, debido a que son absorbidos por la arcilla y la materia orgánica. Esto tiene un efecto considerable a largo plazo, ya que los suelos francos y arenosos disminuyen su capacidad de absorción y aumentan su permeabilidad elevando el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas, y los suelos arcillosos, disminuyen la velocidad del flujo de agua.
- Los herbicidas son sustancias que evitan el desarrollo de determinadas plantas no deseables. Estos com-

puestos, alteran la cubierta vegetal del suelo, disminuyendo la capacidad de retención de agua de éste y favoreciendo procesos de erosión y degradación de los suelos.

- Los fertilizantes son productos químicos que aportan los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas. En determinados casos el exceso en el uso de este tipo de sustancias en zonas donde la probabilidad de contaminación de los suelos sea alta o moderada, puede provocar a medio plazo el paso de determinados componentes al subsuelo y posteriormente a los acuíferos, con la consiguiente contaminación de éstos.

En el término de San Roque y según datos de Consejería de Agricultura y Pesca (Junta de Andalucía, 2000) existen unas 1.344'3 Ha. De cultivos de secano y 403 Ha. De regadíos que suponen en conjunto el 9,1% de la superficie total de la Comarca y el 1,8% de la Provincia de Cádiz. La mayor parte de los cultivos se concentran en el entorno de los valles fluviales y las zonas alomadas del interior, quedando áreas importantes de las sierras sin cultivar ya sea por lo abrupto del terreno o por la presencia de bosques y zonas de matorral que impiden la explotación de las tierras.

En vista de la zonificación generada por los estudios realizados de vulnerabilidad frente a la contaminación por el Grupo de Investigación de Suelos del CSIC, las zonas más sensibles se corresponden con los valles de los ríos y zonas donde los suelos son más impermeables. A su vez esos valles poseen los suelos más fértiles y productivos, por lo que en ellos se concentra gran parte de la explotación agrícola. Con todo ello el riesgo de contaminación se ve potenciado al darse la sinergia de concentración agrícola y suelos vulnerables a la contaminación.

Ello implica que la vigilancia sobre la evolución de las sustancias potencialmente contaminantes en el suelo se debe aumentar en esas zonas donde la vulnerabilidad a la contaminación es moderada o elevada.

#### 10.1.3.2. CONTAMINACIÓN DEL SUELO DERIVADA DE LA ACTIVIDAD GANADERA

La principal afección derivada de este tipo de actividad hace referencia a la aplicación de purines en las primeras capas del suelo.

Los purines pueden afectar a los suelos tanto negativamente como positivamente ya que, por un lado, aportan nutrientes y mejoran la estructura del suelo mientras que, por otro, aportan metales que pueden reducir la productividad de los cultivos.

Los principales impactos negativos que pueden producir sobre el suelo son los siguientes.

- Si se enriquece el suelo en exceso, los nitratos y fosfatos que contiene el purín, y que en las medidas apropiadas son nutrientes para las plantas, pueden llegar a producir ototoxicidad e infertilidad de los suelos.
- Los metales que contienen los productos zoonos sanitarios son retenidos en el suelo, acumulándose a lo largo de los años. Estos metales tienen funciones de micronutrientes en las plantas del suelo, pero al aumentar en exceso, pasan a tener un carácter tóxico para ellas.

Los principales metales que tienen los purines son hierro, cobre y magnesio. En el caso del cobre, los niveles a los cuales se producen problemas

de ototoxicidad son de 50-80 mg/l en suelos ácidos y de 210 mg/l en suelos básicos. Según la normativa, no se debe superar nunca una aportación de 12 Kg. De Cu/Ha al año.

Además, los purines también contienen trazas de metales como cadmio, zinc, plomo, arsénico y mercurio, que en exceso, pueden ocasionar graves problemas sobre el suelo.

La presencia de estos metales y su posible acumulación, hacen desaconsejable el uso de purines para el riego de especies hortícolas, ya que este tipo de cultivos poseen una gran capacidad de asimilación.

Las limitaciones en la aplicación al suelo de los purines según el RD 1310/90, para evitar los efectos negativos de los metales sobre el suelo se muestran en la siguiente tabla.

Parámetros	Máximo admisible en abonado
Cu	12 kg/ha/año
Zn	150-470 mg/kg.mes
Pb	50-300 mg/kg.mes
Cd	20-40 mg/kg.mes

**Tabla 10. 3.** Limitaciones en la aplicación de purines sobre el suelo.

En el caso concreto de San Roque en el año 2000 fueron censados por la Consejería de Agricultura y Pesca ganado de diferentes cabañas, repartidas en ocho categorías (Ver Tabla 10.4.). Es destacable el elevado número de ganado retinto, de lidia y caballos, justificable por la cría de las primeras para consumo de carne, y los segundos para la lidia. El caso de los caballos se explica por el gran número de cuadras existentes en la zona de Guadiaro y Sotogrande para la práctica deportiva de polo e hípica, y apoyo a la labores del campo en fincas donde se continúa vigilando el ganado a caballo.

Ganado	Bovino	Ovino	Caprino	Porcino	Caballar	Asnal	Mular	Avícola
Número	5.643	993	322	146	987	45	40	200

**Tabla 10. 4.:** Relación de la cabaña ganadera en el término municipal de San Roque (2000). Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2003.

Dada las características de la mayoría del ganado de San Roque, no existen grandes concentraciones de cabezas en explotaciones intensivas. Las vacas retintas (n =3.283) y el ganado de lidia (n =1.225) se crían en su mayoría en montanera por lo que las probabilidades de contaminación por acumulación de purines son bajas. Además las zonas preferidas para su cría son fincas que en su mayoría se localizan fuera de las zonas vulnerables a la contaminación (valles y vegas fluviales) y no se produce acumulación del ganado en explotaciones intensivas.

Las otras dos grandes cabañas, la de ovejas y caballos, pueden originar problemas si se produce concentración en establos para pernoctar y evitar que queden a la intemperie durante la noche. La correcta gestión de los residuos generados en estas granjas y establos impediría la llegada de sustancias potencialmente contaminantes (purines en su mayoría) al suelo, y con ello la posibilidad de generar episodios de contaminación de acuíferos, arroyos etc.

#### 10.1.3.3. CONTAMINACIÓN DEL SUELO DERIVADA DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL

Para la redacción de este epígrafe nos hemos basado en la información disponible del "Diagnóstico Ambiental del Entorno del Campo de Gibraltar" que se lleva a cabo por parte de la Consejería de Medio Ambiente con la participación del CSIC y distintos grupos de investigación de las Universidades andaluzas. Dicho estudio se engloba dentro del Plan de Calidad Ambiental del Campo de Gibraltar, emprendido por la Consejería de Medio Ambiente con el fin de mejorar la calidad ambiental en la comarca y se encuentra actualmente en ejecución.

En el estudio se pretende determinar el estado

actual de los suelos a dos niveles de profundidad: suelo superficial y subsuperficial. El objetivo es determinar el nivel de calidad de los suelos del Campo de Gibraltar para establecer si el suelo ha llegado a un estado de equilibrio, o por el contrario, se están produciendo cambios en sus características. Para ello, se determinarán diferentes tipos de parámetros, indicativos de la calidad del suelo, haciendo especial énfasis en los de tipo biológico y bioquímico, y se hará un seguimiento de dichos parámetros durante un periodo de dos años.

Normalmente se han propuesto los siguientes parámetros como indicadores básicos de la calidad de suelos:

- *De tipo físico:* textura, porosidad e infiltración, capacidad de retención hídrica, humedad y temperatura.
- *De tipo químico o físico-químico:* pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico total, fracciones de carbono lábiles, contenido mineral N, P, K total y extraíble.
- *De tipo biológico y bioquímico:* carbono de biomasa microbiana, respiración del suelo, relación C biomasa / C orgánico total, coeficiente metabólico y actividades enzimáticas (oxidoreductasas e hidrolasas).

Durante 2003 se realizaron una serie de campañas de muestreo en distintos puntos del Campo de Gibraltar (7 en total) tanto de zonas calificadas como de **Prioridad 1** por la Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental en el "Inventario de Suelos potencialmente Contaminados de Andalucía" (la selección de estos puntos fue

### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



realizada por la Delegación de Medio Ambiente en Cádiz) como de otros **Lugares de Interés** para el estudio de PAH y/o metales pesados y/o actividades enzimáticas.

De entre los 8 “emplazamientos críticos” seleccionados, se muestrearon 7 y de ellos hemos escogido los pertenecientes al T.M. de San Roque (Interquisa, Cepsa y entorno del Arroyo Madre Vieja) de contaminación potencial indicados por

la Junta de Andalucía (a excepción de la Finca la Doctora, que ha quedado pendiente).

En el entorno de estos puntos se ha muestreado sobre suelos, propiamente dichos, y también se han tenido en cuenta materiales y sedimentos de otros emplazamientos. De los cinco muestreos que se realizaron, tan solo hemos reflejado los cuatro que incluyen puntos dentro del municipio de San Roque.

Nombre/Lugar de la Campaña de muestreo	Objetivo	Muestreado
<b>Salida 1: 10/4/2003</b>		
4. Cepsa Este	Lugar interés	de No
5. Cepsa (entorno)	Lugar interés	de No
<b>Salida 2: 30/4/2003</b>		
1. Cepsa Norte (interior de complejo)	Lugar interés	de Si (1/0)*
2. Cepsa Norte (exterior de complejo)	Lugar interés	de Si (1/1)
<b>Salida 4: 28/5/2003</b>		
6. Sedimentos Arroyo de la Madre Vieja	Prioridad 1	Si (1/0)
7. Interquisa (entrada)	Lugar interés	de No
<b>Salida 5: 5/6/2003</b>		
1. Desembocadura del Madre Vieja	Prioridad 1	Si (1/0)
2. Desembocadura del Madre Vieja (suelo)	Prioridad 1	Si (1/0)
3. Interquisa (interior complejo) (suelo)	Lugar interés	de Si (1/0)
4. Interquisa (interior complejo), DMT, PTA	Lugar interés	de Si (1/0)
5. Interquisa (exterior complejo, 1)	Lugar interés	de Si (1/0)
6. Interquisa (exterior complejo, 2)	Lugar interés	de No
7. Interquisa (exterior complejo, 3) (alcantarillado)	Lugar interés	de Si (1/0)
* Entre paréntesis se detalla en numerador los muestreos superficiales (0-20 cm) y en denominador los muestreos en profundidad (20-40 cm).		

**Tabla 10.5.:** Muestreos realizados en los diferentes emplazamientos dentro del término de San Roque. Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



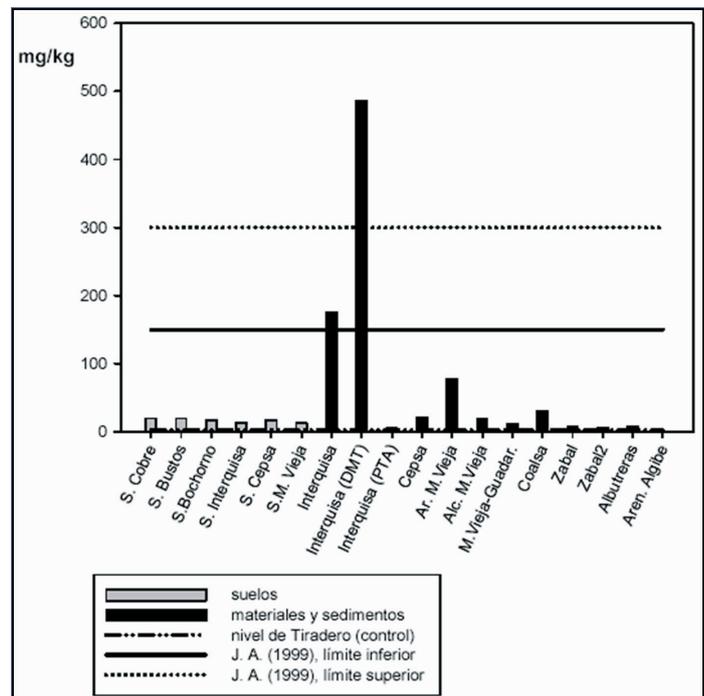
El muestreo se llevó a cabo con fechas comprendidas entre 10/4/03 y 5/6/03, se realizó a dos profundidades; superficial (0-20 cm) y en profundidad (20-40 cm) y se tomaron 1, 2 ó 3 repeticiones, según los casos. En todas las muestras se determinaron los siguientes metales pesados Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn y Fe (Tabla 10.6.), considerados cuasi totales mediante la extracción con agua regia en microondas y lectura a través de emisión atómica con plasma inductivo (ICP-OES).

En cuanto a los metales pesados disponibles se analizaron Cu, Mn, Zn y Fe, extraídos con EDTA, que son los considerados en estudios de suelos agrícolas (Tabla 10.7.). Para el reconocimiento de la contaminación se utilizaron los valores de referencia considerados por la Comunidad Autónoma de Andalucía (Junta de Andalucía, 1999) eligiendo los relativos a suelos agrícolas y en función del  $\text{pH} < 7$  ó  $\text{pH} > 7$ .

Hemos seleccionado aquellas figuras que muestran valores elevados de metales totales y que se corresponden a localizaciones del término de San Roque.

Todos los metales pesados totales con valores elevados se pueden observar en las Figuras 10.7, 10.8 y 10.9. En ellas aparece el valor de un suelo considerado control, muestreado en el Parque Natural de "Los Alcornocales" fuera de la influencia de la contaminación (parcela Tiradero), y los límites inferior y superior de los valores de referencia en los casos en que proceda. En estas figuras se detallan sólo las muestras superficiales (0-20 cm) y no se ha incluido la parcela Tiradero Bajo por presentar un pH ácido y no poder llevarse a cabo, por tanto, comparaciones. Los resultados obtenidos en este muestreo cotejados con los valores de referencia de la citada guía muestran que:

En cuanto a **Co** (Tabla 10.6, Figura 10.7), en el emplazamiento de Interquisa, muestra un valor medio potencial de contaminación de 174,6 mg/kg (valores de referencia a  $\text{pH} > 7$  están comprendidos entre 150-300 mg/kg). El material DMT presenta un valor medio de 486,5 mg/kg, superando el límite citado anteriormente de 300 mg/kg. El **Co** tiene uso en aleaciones, pigmentos, esmaltes, barnices y galvanización.



**Figura 10.7:** Contenido total de cobalto en las muestras consideradas. Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

Metales pesados totales (mg/kg)												
Localización	prof.	Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Fe
<b>Suelos</b>												
S. Interquisa 14314		0-20	13023	5,16	0,61	13,4	58,5	16,3	182	59,5	19,2	113,3
S. Cepsa 39795	0-20	47053	6,94	1,19	17,3	95,6	41,6	2500	62,0	34,1	97,9	
	20-40	49853	6,57	1,13	17,5	91,1	44,5	2440	53,5	33,3	91,5	
S. Madre Vieja 21885	0-20	30656	4,40	0,91	12,7	73,2	30,0	679	46,5	24,8	288,1	
<b>Otros materiales y sedimentos</b>												
Interquisa 25849	0-20	15371	3,38	1,1	74,6	7,8	48,4	1433	86,2	12,2	92,5	
Interquisa (DMT)		90	0	0	486,5	3,1	0,7	2505	7,6	1,2	0	329
Interquisa (PTA)		89	0	0	5,9	7,6	0,7	0	3,1	7,3	0	266
Cepsa 55495	0-20	48453	3,27	1,48	21,6	105,9	49,0	3970	89,5	60,5	241,9	
Arroyo Madre Vieja 19983	0-20	20276	3,65	1,04	76,9	62,4	25,9	235	44,4	27,9	90,9	
A. Alc. Madre Vieja 35980	0-20	5550	9,21	1,83	18,7	48,0	57,2	354	39,1	31,0	387,4	
Madre Vieja/ Guadarranque 21247	0-20	25927	4,38	0,91	12,4	74,1	42,0	135	45,2	25,3	501,7	

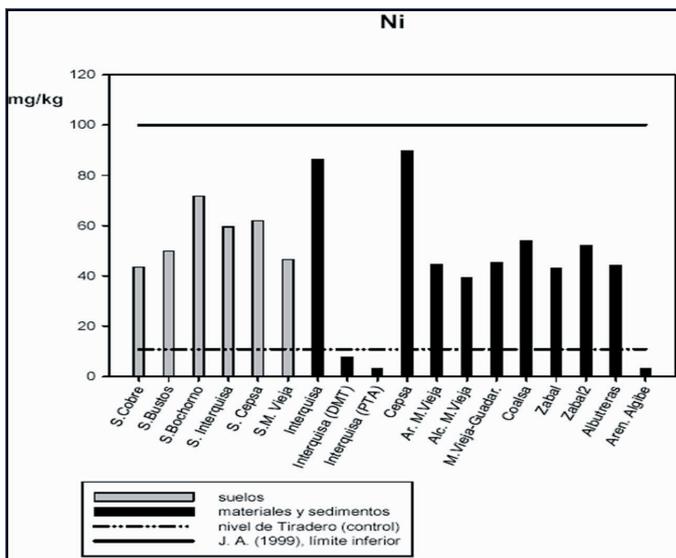
**Tabla 10.6.:** Análisis de metales pesados totales en función de la muestra considerada. Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

Metales pesados disponibles (mg/kg)					
Localización	prof. (cm)	Cu	Mn	Zn	Fe
<b><u>Suelos</u></b>					
S. Interquisa 40,3 59	0-20		3,9	225	
S. Cepsa	0-20	6,9	144	6,3	153
	20-40	4,8	104	2,2	88
S. Madre Vieja	0-20	6,7	49	89,0	112
<b><u>Otros materiales y sedimentos</u></b>					
Interquisa	0-20	4,8	484	27,7	86
Interquisa (DMT)		0,1	215	9,1	28
Interquisa (PTA)		0,1	125	12,7	28
Cepsa	0-20	4,4	110	30,6	191
Arroyo Madre Vieja 63,0 436	0-20		9,2	89	
A. Alc. Madre Vieja 82,0 227	0-20		8,7	48	
Madre Vieja-Guadarranque 78,0 207	0-20		6,5	51	

**Tabla 10.7.:** Análisis de metales pesados disponibles en función de la muestra considerada. Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



**Figura 10.8:** Contenido total de níquel en las muestras consideradas. Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

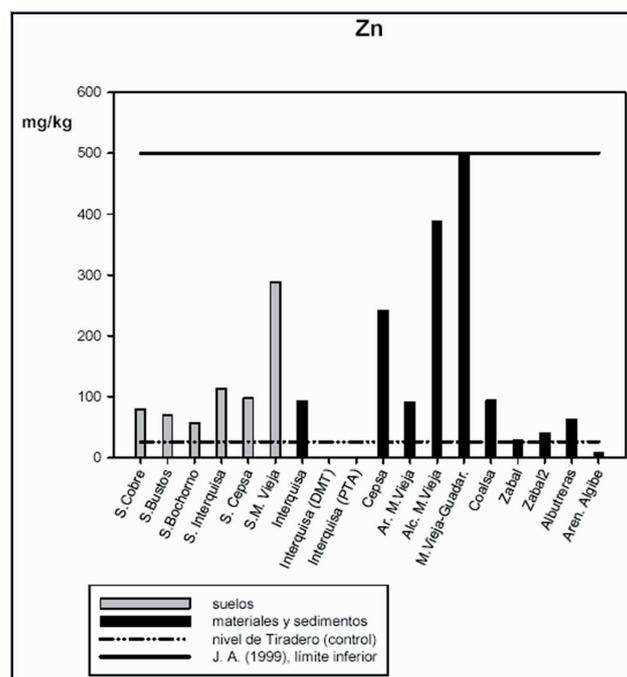
Otro elemento que presenta un valor potencial de contaminación teniendo en cuenta la guía de la Junta es el **Zn** (Tabla 10.6, Figura 10.9), en el sedimento de la confluencia de Arroyo Madre Vieja con el Río Guadarranque (Desembocadura), con un valor medio de 501,7 mg/kg (para pH >7 los límites establecidos corresponden a 500-1000 mg/kg). El **Zn** es un metal asociado a áreas altamente industrializadas.

**Figura 10.9:** Contenido total de zinc en las muestras consideradas. Fuente: Diagnóstico de la Situación Ambiental del Campo de Gibraltar. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2004.

Con respecto a los demás metales cabe resaltar que en los emplazamientos de Cepsa e Interquisa se presentan valores altos de **Ni** (Tabla 10.6, Figura 10.8) cercanos al límite inferior considerado en la guía.

Los análisis realizados hasta la fecha sobre el contenido de HPA (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos) se han centrado principalmente en las muestras tomadas en el Polígono Guadarranque (San Roque), y en Los Alcornocales (La Línea). El contenido en HPA totales (suma de HPA detectados) de los suelos analizados en el polígono petroquímico osciló entre 50,2 y 1250,0 mg/Kg, con una media de 308,1 mg/Kg. Los compuestos fenantreno, fluoranteno y pireno fueron los compuestos más abundantes. El compuesto benzo(a)pireno se detectó en la mayoría de las muestras analizadas, aunque a niveles muy bajos.

A pesar de que el número de muestras es



aún reducido para poder sacar conclusiones definitivas, no se observó una clara influencia de la proximidad al polígono petroquímico sobre el contenido en HPA de los suelos analizados en ese emplazamiento. Esto sugiere que la contaminación difusa de esos suelos causada

por deposición atmosférica puede ocurrir a una mayor escala espacial. Por ejemplo, la muestra 5, tomada del punto más alejado al polígono, presentó un contenido en HPA muy parecido al de la muestra 7, procedente del interior de la refinería (vertedero). A ello puede también contribuir, por una parte, la cercanía en el punto 5 a la autovía, lo que puede causar contaminación de HPA por emisiones del tráfico rodado; por otra, las actividades de regeneración del vertedero, tanto en el mismo punto como en zonas adyacentes, pueden haber causado una reducción en los niveles de HPA en ese punto.

El análisis de HPA a dos niveles en el suelo (de 0-25 cm y de 25-50 cm) se realizó en los puntos 4 (exterior en una vaguada con eucaliptos) y 7 (suelo adyacente al antiguo vertedero de CEPESA), obteniéndose diferentes resultados. En la zona de eucaliptos se observó una gran diferencia en el contenido en HPA entre los dos niveles, ocurriendo una mayor concentración de HPA en la capa más profunda. En cambio, en el suelo adyacente al vertedero la concentración fue superior en la capa superficial. Es difícil, con la información disponible, estimar la causa de esta heterogeneidad.

Las concentraciones de HPA detectadas en los suelos del Campo de Gibraltar se corresponden a niveles de contaminación difusa por HPA detectados en otros estudios tanto en Europa (Jones *et al.*, 1988, 1989; Maliszewska y Mordybach, 2000) como EE.UU. (Coleman *et al.*, 2002). En ningún caso se superaron los niveles genéricos de referencia contemplados para HPA específicos en el "Proyecto de Real Decreto por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados".

Estos resultados son preliminares y no engloban a todos los polígonos industriales del municipio, por lo que a medida que se vayan ejecutando los análisis por parte del Grupo de Reconocimiento y Evaluación de Suelos del IRNA, podremos conocer

el estado de los suelos del municipio y la influencia que han tenido sobre ellos las actividades industriales. Además no se han tomado muestras y analizado los suelos de entornos cercanos a vertederos incontrolados o chatarrerías, por lo que en un futuro se deberían replantear el estudiar otras zonas para tener un conocimiento más completo de las condiciones de contaminación de esos lugares.

#### 10.1.3.4. IMPACTOS SOBRE EL SUELO DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA

En el Término Municipal de San Roque se localizan numerosas graveras en las que se lleva a cabo esta actividad. Los principales impactos sobre el suelo derivados de ésta son los siguientes:

- La destrucción total de la biomasa vegetal, ya que toda explotación minera requiere la destrucción previa de la vegetación presente en la superficie. Esto da lugar al incremento de los procesos erosivos sobre las partes de suelo que quedan al descubierto.
- La pérdida definitiva de la capa orgánica del suelo, que es la más productiva. En algunas ocasiones, la primera capa de suelo retirada se comercializa y, posteriormente, se sustituye por otra de menor calidad, causando un grave perjuicio sobre la calidad de los suelos.
- El empobrecimiento y contaminación del subsuelo. La práctica habitual de rellenar los vaciados con toda clase de residuos derivados de la propia explotación minera empobrece y contamina los estratos más superficiales del suelo y puede derivar en la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



- La contaminación por partículas en suspensión del entorno cercano durante la fase de explotación que puede causar graves consecuencias sobre la vegetación por recubrimien-  
to de estas. Con ello la respiración y transpiración se puede ver gravemente dañada y provocar la degeneración y muerte de las plantas.

Nombre	Localización en el municipio	Tipo de explotación	Licencia Municipal	Declaración Ambiental Favorable	Año de Inicio de la Explotación
El Vivero	Finca Alcaidesa	Arenisca	No	*	2003
El Albero	Finca Alcaidesa	Arenisca	Sí	Sí	2003
Finca Palma León	San Roque	-	No	-	-
La Doctora	San Roque	Calcarenitas	Sí	*	1996
La Pólvora	Taraguilla	-	No	Sí	1996
Altos de Bheca	Taraguilla	-	No	*	-
Padre rey	Miraflores	Arenisca	No	*	1994
El Palmito	Las Palmillas	-	Sí	-	-
Finca Montilla	San Enrique	-	No	-	-
Los Membrillos	Bda. Guadiaro	-	Sí	*	1998
Extracción de áridos	Bda. Guadiaro	-	No	-	-
Extracciones Guadalquitrón	Finca Guadalquitrón	-	No	-	-

\* No ha sido posible conocer si la Declaración Ambiental ha sido emitida, y en caso afirmativo, si ésta ha sido favorable o no.

**Tabla 10.8.:** Algunas características de las explotaciones extractivas registradas en la oficina de la Gerencia Municipal de Urbanismo de San Roque y situación legal de las mismas.

Según los datos facilitados por el Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de San Roque, actualmente hay censadas 12 canteras de explotación de áridos, de las que tan sólo 4 se encuentran en posesión de las preceptivas licencias municipales. En la Tabla 10.8. se pueden apreciar las explotaciones recogidas en la oficina de la Gerencia Municipal de Urbanismo de San Roque. Es destacable la falta de datos referentes al tipo de material explotado y las superficies afectadas, así como la falta de licencia de explotación para la actividad.

En cuanto a los trámites exigidos por la legislación ambiental, dependiendo de la importancia de la explotación éstas deberían ser sometidas al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental o Informe Ambiental según se recoge en la Ley 7/1994 de Prevención Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Una vez sometido el estudio ambiental a ese procedimiento y una vez emitida la pertinente Declaración Ambiental, si ésta fuera positiva, se podría comenzar la explotación.

### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Ilustre Ayto. de San Roque



Tras consultar el Registro de Actuaciones Sometidas a Prevención Ambiental (R.A.S.P.A.) de la Consejería de Medio Ambiente, tan sólo hemos podido certificar la Declaración Ambiental Favorable para 2 explotaciones. Otras 5 explotaciones han iniciado el trámite de Prevención Ambiental en diferentes fechas, pero no ha sido posible conocer si este ha sido emitido, y en ese caso si ha sido favorable o no.

Las dificultades se originan en el listado facilitado por ambas entidades ya que las denominaciones de las explotaciones muchas veces tienen nombres de topónimos terrestres y esto origina una gran confusión a la hora de conocer el estado de los

expedientes. En cualquier caso, quedarían otras 5 explotaciones recogidas en el informe facilitado por el Ayuntamiento que ni siquiera han iniciado el procedimiento de Prevención Ambiental.

La consulta de la base de datos del R.A.S.P.A. de la Consejería de Medio Ambiente, ha permitido conocer destacables datos sobre las solicitudes de actividades extractivas en el municipio, además de los datos proporcionados por el Ayuntamiento de San Roque. Desde 1999 hasta agosto de 2004 se han producido 9 aperturas de expedientes relacionados con explotaciones extractivas en el municipio.

Año	Emplazamiento/ Nombre	Tipo de explotación	Resolución y fecha
1999	Ensenada Miraflores	Arenisca	*
2002	Sierra Carbonera	-	Desfavorable. 2003
2002	Albarizas	-	*
2002	La Esperanza	Biocalcarenitas	*
2003	La Alcaidesa	-	*
2003	El Almendralejo,83	-	*
2004	Cañada de las Bombas,113	-	*
2004	La Pólvora,59	-	*
2004	Ulises	Calcarenitas	*

\* No ha sido posible conocer si la Declaración Ambiental ha sido emitida.

**Tabla 10.9.:** Expedientes relacionados con explotaciones extractivas que han sido solicitadas recientemente. Fuente: R.A.S.P.A. de la Consejería de Medio Ambiente, 2004.

Como se puede observar en la Tabla 10.9. de los 9 expedientes abiertos, 1 ha sido Desfavorable y el resto está pendiente de resolver o no ha sido posible conocer su estado de trámite. Las zonas que mayor interés despiertan son las del

entorno de Miraflores-La Pólvora (Figura 10.10), La Alcaidesa y el entorno del afloramiento de calcarenitas en la parte baja del Arroyo de la Doctora (Figura 10.11).



**Figura 10.10.:** Vista parcial de una de las explotaciones de áridos en el entorno del Cerro de la Pólvora. Se pueden apreciar los taludes provocados por la extracción y la acumulación de desechos. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 10.11.:** Explotación de calcarenitas en la Finca La Doctora. El impacto sobre el entorno queda patente en la imagen tomada desde Sierra Carbonera: pérdida de cubierta vegetal y elevada exposición a la erosión. Fuente: Elaboración propia.

En el registro del R.A.S.P.A. también hemos encontrado dos expedientes relacionados con vertederos en el término de San Roque, que desconocemos si han recibido el visto bueno o no: se trata de un vertedero de escombros en la Finca La Doctora y un vertedero de residuos industriales de localización no recogida. Los vertederos ilegales de pequeña entidad están siendo controlados muy de cerca por la corporación municipal de la Concejalía de Obras y Servicios y la Policía Local, y de hecho próximamente se va a proceder a la clausura de varias escombreras en el entorno del núcleo de San Roque, en la zona del Toril. No obstante el control se hace extensivo a otros núcleos de población, y los trabajos incluyen la reposición de arbolado en las zonas afectadas como medida de choque para mejorar la calidad ambiental del área afectada.

Además de las mencionadas explotaciones que aparecen recogidas en los informes citados, existen otras que escapan a nuestro conocimiento por su reducido tamaño o localización recóndita, como es el caso de la extracción de áridos en las zonas de la Vega del río Guadiaro o en la Playa de Guadalquivir. La falta de control sobre estas explotaciones conllevan una serie de peligros y daños sobre el medio ambiente, derivados de la propia explotación, que deben hacer reflexionar sobre la obligatoriedad de la administración para hacer cumplir la ley y evitar males mayores en el entorno.

Además en los futuros planes de desarrollo urbanos se deben tener en cuenta las localizaciones de las zonas de extracción para que se encuentren lo suficientemente alejados de los núcleos de población. Sirva como ejemplo las recientes quejas de los vecinos de la barriada de Miraflores por la continua dispersión de polvo y materiales en suspensión desde las explotaciones de áridos para las fábricas de hormigón.

Todo ello debe servir para conocer la presión extractiva que existe en San Roque y hacer reflexionar sobre la capacidad de carga del territorio de este tipo de actividades, muy

impactantes y de difícil, a la vez que costosa, recuperación del entorno tras el cese de la actividad. No solo es necesario controlar las canteras y áreas de extracción existentes para que cumplan con todas las exigencias ambientales, sino que es muy recomendable el realizar un cartografiado de todas las zonas donde se está realizando algún tipo de actividad extractiva para conocer que superficie del término municipal se ve afectada, y poder decidir si se da el visto bueno a más explotaciones o no.

Las Mesas de Trabajo pusieron de manifiesto la preocupación por el desconocimiento sobre la restauración de los suelos una vez concluida la actividad extractiva. En el caso que intervengan varias administraciones (Consejería de Medio Ambiente, Consejería de Industria-Minas, etc.) hace más difícil el control de la excavación y la obtención de permisos por lo que se pueden comenzar sin tener todos los papeles en regla, provocando que si se cesa la actividad y no se restauran los terrenos tarde mucho tiempo en determinarse las responsabilidades. Además al desconocerse con exactitud el número de excavaciones y el estado legal de cada una de ellas es difícil hacer un seguimiento completo del proceso.

Las grandes industrias también fueron mencionadas, por su potencial contaminante sobre el suelo. En opinión de los asistentes, si las grandes industrias son las que más residuos generan, deberán ser ellas las que se impliquen de forma más concreta.

## 10.2. DIAGNÓSTICO SECTORIAL

### 10.2.1. EXPLICACIÓN Y COMENTARIOS

Una vez analizados los suelos y las posibles afecciones sobre éste derivadas de la actividad humana en el Municipio de San Roque, se presentan a continuación las principales conclusiones de este análisis.

#### Aspectos legales

Las bases sobre el régimen jurídico del suelo y las actividades potencialmente contaminadoras de éste están marcadas por las siguientes disposiciones legales:

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Ley 7/1994 de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Decreto 283/95, de 21 de noviembre de 1995).

#### Evolución de los suelos sellados en San Roque

- Las fuentes de información disponibles para evaluar la evolución de las superficies que pasan de distintos usos del suelo, a suelos sin posible recuperación son limitadas.
- Los suelos sellados son aquellos cuyos usos han sufrido una transformación de carácter permanente, donde predominan los materiales artificiales como el cemento, acero, etc. Como suelos sellados se consideran los suelos con usos urbanos y los ocupados por canales artificiales y embalses.
- A mayor porcentaje de suelos sellados que posea un municipio, menos posibilidades de expansión urbanística y de instalación de nuevas dotaciones de infraestructuras y servicios posee dicho municipio.
- San Roque es el término municipal con mayor número de hectáreas dedicadas a usos urbanos (1.923

Ha. en 1995) de toda la zona de la Comarca del Campo de Gibraltar. Sin embargo respecto al total del término municipal ocupa el 13% del territorio.

- En el Término Municipal de San Roque el incremento de suelos sellados desde 1991 a 1995 ha sido el más elevado de la Comarca del Campo de Gibraltar (398 Ha. que suponen un 26,09% de aumento).
- El porcentaje de suelos sellados en San Roque (13,14% en 1995) se encuentra muy por encima de la media de los de Cádiz (3%) y Andalucía (3,3%), pero está más cerca de la media del Campo de Gibraltar (11%).

#### Suelos potencialmente contaminados en San Roque

- En San Roque encontramos cuatro grandes tipos de suelos:
  - En los valles fluviales y llanuras de inundación, suelos de vega sobre depósitos limo-arenosos (Typic Xerofluent).
  - En las zonas alomadas del interior del término, suelos margosos (Typic Pelloxeret).
  - En las zonas de sierras, tierras pardas (Typic Palixeratlf).
  - En zonas de transición del interior, Lhem margosos sobre margas y areniscas (Typic Chromoxerert) y en determinados lugares suelos rojos de naturaleza caliza (Calcic luvisol) que se explotan en ocasiones como canteras de calcarenitas.

- El mayor riesgo de contaminación lo muestran los suelos aluviales (Aquic Xerofluvent), muy especialmente por el uso de fertilizantes y pesticidas. Los suelos arcillosos (Typic Chromoxerert) ofrecen el menor riesgo de contaminación por metales pesados y por consiguiente serían los más adecuados para el aporte de residuos urbanos.
- El riesgo de contaminación por metales pesados en el entorno de la Bahía de Algeciras es destacado en las zonas de San Roque enclavadas en las vegas fluviales de los ríos Guadarranque y Guadiaro; y el Arroyo Madre Vieja con una alta probabilidad de contaminación. Recientes investigaciones realizadas por el CSIC, demuestran que los niveles de determinados metales pesados en zonas aledañas a los polígonos industriales de Guadarranque, Campamento y La Pólvora por un lado y El Cañuelo por otro se encuentran por encima o cerca de los niveles máximos permitidos.
- El riesgo de contaminación por fertilizantes nitrogenados resulta ser alto o moderado en gran parte del término, coincidiendo las zonas de mayor potencial contaminante con los valles fluviales del Guadarranque y Guadiaro, y el área en torno a Sierra Carbonera.
- El riesgo de contaminación por fosfatos (P) es moderado o alto en gran parte del término, pero también encontramos zonas en la que éste es nulo o bajo. Las vegas fluviales de los ríos que discurren por San Roque (Guadiaro y Guadarranque), el Arroyo Madre Vieja y las zonas altas de la Sierra Carbonera son las zonas más vulnerables a la contaminación por fosfatos.
- El riesgo de contaminación por pesticidas es especialmente significativo ya que casi la totalidad del término de San Roque es especialmente sensible a este tipo de sustancias contaminantes. En el entorno de la Sierra Carbonera y hacia el noreste de ésta en San Roque se puede considerar que el riesgo de contaminación es moderado.

#### Contaminación del suelo derivada de la actividad agrícola.

- El principal problema de contaminación derivado de esta actividad es la contaminación por productos fitosanitarios (plaguicidas, herbicidas y fertilizantes) utilizados en el tratamiento de los cultivos.
- Los plaguicidas pueden impedir la correcta evolución de los suelos así como el desempeño de parte de sus funciones ecológicas, por las afecciones negativas que tiene sobre algunas comunidades de microfauna y flora de los suelos. En los suelos francos y arenosos disminuye la capacidad de absorción y aumentan la permeabilidad elevando el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas, y en los suelos arcillosos, disminuye la velocidad del flujo de agua.
- Los herbicidas alteran la cubierta vegetal del suelo, disminuyendo la capacidad de retención de agua de éste y favoreciendo procesos de erosión y degradación de los suelos.
- Los fertilizantes son productos químicos que aportan los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas, pero en exceso pueden modificar sustancialmente las caracte-

- terísticas del suelo.
- En el término de San Roque existen unas 13.443 Ha. de cultivos de secano y 403 Ha. de regadíos que suponen en conjunto el 9,1% de la superficie total de la Comarca del Campo de Gibraltar y el 1,8% de la Provincia de Cádiz.
  - Las zonas más sensibles a la contaminación por productos fitosanitarios usados en la agricultura, se corresponden con los valles de los ríos (Guadiaro, Guadarranque y Arroyo Madre Vieja) y zonas donde los suelos son más impermeables. A su vez esos valles poseen los suelos más fértiles y productivos, por lo que en ellos se concentra gran parte de la explotación agrícola.
  - La vigilancia sobre la evolución de las sustancias potencialmente contaminantes en el suelo se debe aumentar en esas zonas donde la vulnerabilidad a la contaminación es moderada o elevada.
  - Los metales que contienen los productos zoosanitarios, al acumularse en el suelo a lo largo de los años, pasan a tener un carácter tóxico para las plantas. El uso de purines para el riego de especies hortícolas es especialmente desaconsejable, ya que este tipo de cultivos poseen una gran capacidad de asimilación.
  - Las limitaciones en la aplicación al suelo de los purines según el RD 1310/90, para evitar los efectos negativos de los metales sobre el suelo son las siguientes:

Parámetros	Máximo admisible en abonado
Cu	12 kg/ha/año
Zn	150-470 mg/kg.mes
Pb	50-300 mg/kg.mes
Cd	20-40 mg/kg.mes

- En el término de San Roque en el año 2000 fueron censados por la Consejería de Agricultura y Pesca ganado de ocho categorías.

Ganado	Bovino	Ovino	Caprino	Porcino	Caballar	Asnal	Mular	Avícola
Número	5.643	993	322	146	987	45	40	200

#### Contaminación del suelo derivada de la actividad ganadera.

- El principal problema de contaminación derivado de esta actividad es la aplicación de purines en las primeras capas del suelo.
- Los principales impactos negativos que pueden producir los purines sobre el suelo son los siguientes:
  - Los nitratos y fosfatos que contiene el purín, en exceso, pueden producir fitotoxicidad e infertilidad de los suelos.

- La correcta gestión de los residuos generados en estas granjas y establos impediría la llegada de sustancias potencialmente contaminantes (purines en su mayoría) al suelo, y con ello la posibilidad de generar episodios de contaminación de acuíferos, arroyos etc.

#### Contaminación del suelo derivada de la actividad industrial.

- Los impactos sobre el suelo están relacionados con el riesgo de vertidos derivados de la diversidad de industrias presentes en el Municipio y la acumulación de sustancias provenientes de emisiones a la atmósfera.

### BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

- Las grandes industrias instaladas en el arco de la bahía (CEPSA, Central Térmica Bahía de Algeciras, Central Térmica de San Roque, Interquisa, Nueva Generadora del Sur, Petroquímica Española y Voridian), las que se encuentran en los otros tres polígonos industriales y las explotaciones de áridos son las actividades potencialmente más alteradoras del suelo.
- Las cargas contaminantes más importantes de las grandes industrias sobre el suelo son los metales pesados, aceites y grasas, componentes fluorados, amonios, sólidos en suspensión, bifenilos policlorados (BP's) e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP).
- Otros riesgos potenciales de contaminación de los suelos son los vertidos de residuos peligrosos por rotura de almacenes de materiales auxiliares o de las balsas, vertido de la melaza y vinaza, posibles explosiones de las conducciones de gas natural o vertidos de hidrocarburos por rotura de conducciones o tanques de almacenamiento.
- Los análisis sobre contenido de metales pesados en el suelo han revelado que en la entrada de Interquisa, el **Co** muestra un valor medio potencial de contaminación de 174,6 mg/kg (valores de referencia a pH > 7 están comprendidos entre 150-300 mg/kg). El material DMT presenta un valor medio de 486,5 mg/kg, superando el límite citado anteriormente de 300 mg/kg. El **Zn** presenta un valor potencial de contaminación en el sedimento de la confluencia de Arroyo Madre Vieja con el Río Guadarranque (Desembocadura), con un valor medio de 501,7 mg/kg (para pH > 7 los límites establecidos corresponden a 500-1000 mg/kg). Resaltar que en los emplazamientos de Cepsa e Interquisa se presentan valores altos de **Ni**, cercanos al límite inferior considerado en la guía.
- Los análisis realizados en el Polígono Guadarranque muestran que el contenido en HPA totales (suma de HPA detectados) de los suelos analizados osciló entre 50,2 y 1250,0 mg/Kg, con una media de 308,1 mg/Kg. Los compuestos fenantreno, fluoranteno y pireno fueron los compuestos más abundantes. El compuesto benzo(a)pireno se detectó en la mayoría de las muestras analizadas, aunque a niveles muy bajos.
- Las concentraciones de HPA detectadas en los suelos del Campo de Gibraltar se corresponden a niveles de contaminación difusa por HPA detectados en otros estudios tanto en Europa como EE.UU.

#### Impactos sobre el suelo derivados de la actividad extractiva.

- Los impactos sobre el suelo derivados de la actividad extractiva que se lleva a cabo en las numerosas graveras presentes en el Término Municipal de San Roque son la destrucción total de la biomasa vegetal, con el consiguiente aumento de la erosión de los terrenos, la pérdida definitiva de la capa orgánica del suelo, que es la más productiva, y el empobrecimiento y contaminación del subsuelo, que puede derivar en la contaminación de las aguas subterráneas.

#### 10.2.2. MATRIZ DAFO

##### DEBILIDADES

- La asignación de responsabilidades y de los costes de descontaminación es complicada.
- Presencia de suelos contaminados por la actividad agrícola, ganadera, industrial y extractiva.
- Elevada vulnerabilidad de los suelos a la contaminación por fertilizantes nitrogenados, pesticidas y fosfatos (P).
- Falta de divulgación y deficiencias en el acceso a la información de los resultados que se van obteniendo en los estudios parciales del Plan de Calidad Ambiental del Campo de Gibraltar.

##### FORTALEZAS

- Existencia de un Inventario de suelos contaminados de Andalucía y del Plan de Recuperación de Suelos Contaminados.
- Existencia de zonas aptas para ser objeto de actuaciones de restauración ambiental en el municipio.
- Elaboración de numerosas investigaciones incluidas en el Plan de Calidad del Campo de Gibraltar.

#### AMENAZAS

- Incremento del número de suelos contaminados en los próximos años.
- Vertidos derivados de la industria petroquímica y abandono de escombros procedentes de la construcción.
- Aparición de vertederos y canteras de extracción de áridos ilegales y no controladas.
- El incremento de suelos sellados en San Roque desde 1991 a 1995 ha sido elevado.
- San Roque se encuentra entre los municipios con mayor porcentaje de suelos sellados del Campo de Gibraltar.

#### OPORTUNIDADES

- Aplicación de las recomendaciones derivadas de las investigaciones del Plan de Calidad del Campo de Gibraltar.
- Existencia de tecnología para minimizar la afección de las distintas actividades sobre el suelo y para disminuir el grado de contaminación de los suelos afectados.
- Las grandes industrias pretenden realizar determinadas actuaciones para minimizar y corregir impactos sobre el suelo.
- Existencia de Suelo No Urbanizable con alguna figura de protección en el Avance del Plan General de Ordenación Urbana de San Roque

**Debilidades:** aquellos aspectos en los que el sistema resulta deficiente para atender a objetivos de mejora.

**Fortalezas:** pone de relieve aspectos en los que el sistema resulta competitivo.

**Amenazas:** suponen una retrospectiva de futuro basada en las tendencias y previsiones observadas a partir de las debilidades.

**Oportunidades:** identifican aspectos de los que puede beneficiarse el sistema.

