



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Instituto Geológico
y Minero de España

**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DE LOS SONDEOS LA
HIGUERA, EUCALIPTO, MATALAGRANA I Y
MATALAGRANA II DE ABASTECIMIENTO DE LOS
MUNICIPIO DE ALMONTE, BOLLULLOS PAR DEL CONDADO
Y ROCIANA DEL CONDADO (HUELVA)**



ÍNDICE

Pag nº

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO.....	5
2.1 INFRAESTRUCTURAS	5
2.1.1. <i>Captaciones de abastecimiento</i>	5
2.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO	6
2.2.1. <i>Importancia de la captación</i>	7
2.2.2. <i>Depósitos y conducciones</i>	7
2.2.3. <i>Volúmenes y caudales captados</i>	7
3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	8
3.1 MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLOGICO	8
3.2 LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	12
3.3 PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA	12
3.4 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO Y BALANCE HIDRÁULICO.....	14
3.5 HIDROQUÍMICA DEL SECTOR	15
4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	19
4.1 ORIGEN DE LA INFORMACIÓN SOBRE PRESIONES Y FOCOS DE CONTAMINACIÓN.....	19
4.2 INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	20
4.2.1. <i>Actividad agrícola</i>	20
4.2.2. <i>Actividad ganadera</i>	20
4.2.3. <i>Actividad Industrial</i>	21
4.2.4. <i>Residuos sólidos urbanos</i>	21
4.2.5. <i>Aguas Residuales</i>	21
4.2.6. <i>Otros focos de contaminación</i>	22
4.3 FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LA CAPTACIÓN	22
4.4 INDICIOS DE FOCOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES	23
5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN	25
5.1 VULNERABILIDAD EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA.	25
5.2 RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN.....	26

5.2.1. Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad	27
5.2.2. Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad y el riesgo	27
6. ELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN	30
6.1 ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO.....	30
6.1.1. Análisis hidrogeológico y geometría del acuífero.....	30
6.1.2. Funcionamiento (Isopiezas y líneas de flujo)	31
6.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS).....	32
6.3 ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN	35
6.4 ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	36
6.5 ZONAS DE RESTRICCIONES MÁXIMAS.....	37
6.6 ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS.....	38
6.7 ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD.....	38
7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA	40
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
9. REFERENCIAS	43

ANEXOS

ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO II: FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

ANEXO III: FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

PLANOS

PLANO Nº 1: SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO

PLANO Nº 2: MAPA DE VULNERABILIDAD Y PRESIONES

PLANO Nº 3: MAPA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la delimitación y justificación técnica del perímetro de protección de los sondeos Eucalipto, La Higuera, Matalagrana I y Matalagrana II, que abastecen a los núcleos urbanos de Almonte, Bollullos Par del Condado y Rociana del Condado, en la provincia de Huelva. Estas captaciones cortan la Masa de Agua Subterránea Almonte Marismas (MAS 05.51).

La realización de este informe se enmarca dentro de la actividad “ELABORACIÓN DE PERÍMETROS DE SALVAGUARDA PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO URBANO” realizada por el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, IGME, por medio de su Departamento de Investigación en Recursos Geológicos, en cumplimiento con los requerimientos de la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua (DMA), para el establecimiento de zonas de salvaguarda o perímetros de protección en captaciones para consumo humano de masas de agua de la cuenca del Guadalquivir.

La protección del agua es un objetivo prioritario en la política medioambiental europea reflejado específicamente en la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua (DMA) que, en su artículo 7.1, impone unos límites para calificar una masa de agua como Drinking Water Protected Area, “todas las masas de agua utilizadas para la captación de agua destinada al consumo humano que proporcionen un promedio de más de 10 m³ diarios o que abastezcan a más de cincuenta personas, y todas las masas de agua destinadas a tal uso en el futuro”.

El marco legal para la realización de perímetros de protección a captaciones de abastecimiento urbano se basa en el artículo 54.3 de la Ley de Aguas y el procedimiento para su inicio se describe en el artículo 173.3 del R.D.P.H. donde se reseña que su delimitación se efectuará a solicitud de la autoridad medioambiental, municipal o cualquier otra en que recaigan competencias sobre la materia.

En los artículos 173.5 y 173.6 del R.D.P.H se describen los condicionamientos que podrán imponerse en el perímetro delimitado con el objeto de impedir la afección a la

cantidad o a la calidad de las aguas subterráneas captadas, señalando expresamente los tipos de instalaciones o actividades que podrán ser condicionadas.

Para la delimitación del perímetro de protección de la captación a estudiar, se ha realizado un trabajo de campo. Los trabajos de campo son de importancia fundamental para la buena consecución de los perímetros ya que en el campo se realizan las comprobaciones y validaciones y se efectúan la toma de datos a nivel de inventario tanto de las captaciones como de inventario de focos potenciales de contaminación.

En el campo la secuencia de trabajo y metodología que se ha seguido es la siguiente:

- Entrevista con el Ayuntamiento
- Visita a las captaciones de consumo humano para verificar datos y completar la ficha de las captaciones
- Piezometría del entorno, para ello se ha tomado medidas de nivel en sondeos en el entorno de la captación
- Inventario de focos potenciales de contaminación

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

Los puntos de abastecimiento se localizan a unos 5 kilómetros al norte de la aldea del Rocío situados en término municipal de Almonte dentro de los parajes de Matalagrana y el Lote, próximos a la carretera de Almonte-el Rocío (A-493). Dos de ellos (La Higuera y El Eucalipto) están dentro del subsector 3 perteneciente al Plan de regadío Almonte-Marismas. Estas captaciones cortan la Masa de Aguas Subterráneas 05.51 Almonte-Marismas.

La gestión del agua la realiza la Mancomunidad Aguas del Condado cuya sede social se accede a través del kilómetro 1,3 de la carretera de la Palma del Condado Almonte (A-493).

En el plano nº1 recogido en el anexo nº1 se representa la ubicación de la captación dentro de la MAS.

2.1 INFRAESTRUCTURAS

2.1.1. Captaciones de abastecimiento.

A continuación se describen las cuatro captaciones objeto del presente perímetro de protección, que forman parte del sistema de abastecimiento de los municipios de Almonte, Bollullos Par del Condado y Rociana del Condado.

- Sondeo Eucalipto (nº de registro IGME 114150063).
- Sondeo La Higuera (nº de registro IGME 114150061).
- Sondeo Matalagrana I o sondeo V-3-06 (nº de registro IGME 114150055).
- Sondeo Matalagrana II o sondeo V-3-16.

Estos cuatro sondeos están en funcionamiento todo el año.

- **Sondeo Eucalipto (114150063).**

Corresponde al sondeo del IARA III-3-10 y capta materiales detríticos pertenecientes a la MAS 05.51 “Almonte-Marismas”. Tiene una profundidad de 58 m y unos diámetros de perforación de 609 mm. Está entubado con tubería metálica de 455 mm de diámetro de 0 a 58 m y los filtros están situados entre el metro 26 y 52. Se sitúa a cota de emboquille 277 msnm. Está equipado con una electrobomba sumergible.

- **Sondeo La Higuera(114150061).**

Corresponde al sondeo del IARA III-3-09 y capta materiales detríticos pertenecientes a la MAS 05.51 “Almonte-Marismas”. Tiene una profundidad de 61 m y un diámetro de perforación de 762 mm. Está entubado con tubería metálica de 455 mm de diámetro de 0 a 58 m. Se sitúa a cota de emboquille 26,5 msnm y está equipado con una electrobomba sumergible.

- **Sondeo Matalagrana 1 (114210130).**

Sondeo del IARA V-3-17 que tiene una profundidad de 69 m y un diámetro de perforación de 762 mm. Está entubado con tubería metálica de 455 mm de diámetro de 0 a 58 m. Se sitúa a cota de emboquille 15 msnm y está equipado con una electrobomba sumergible. Los filtros se sitúan entre del metro 24 al 40 y del 55 al 65.

- **Sondeo Matalagrana 2(114150094).**

Sondeo del IARA V-3-16 que tiene una profundidad de 60 m y un diámetro de perforación de 762 mm. Está entubado con tubería metálica de 455 mm de diámetro de 0 a 59 m. Se sitúa a cota de emboquille 25 msnm y está equipado con una electrobomba sumergible. Los filtros se sitúan entre del metro 25 al 45 y del 53 al 55.

2.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO

2.2.1. Importancia de la captación.

Los municipios de Almonte, Bollullos Par del Condado y Rociana del Condado demandan anualmente unos 3.309.774 m³ de agua (datos aportados por la Mancomunidad Aguas del Condado para el año 2008) para una población estable de 37.810 habitantes (datos aportados por el Instituto Nacional de Estadística).

Los puntos de abastecimiento cubren el 76% de la demanda total de la población que abastece (2.529.459 m³), el resto del agua proviene del embalse del Corumbel (780.315 m³).

2.2.2. Depósitos y conducciones.

El agua captada en los sondeos es conducida a la estación de bombeo situada en el municipio de Almonte desde allí se abastece el municipio de Almonte el resto del agua es enviada a unos depósitos de sobrepresión para elevarla a la estación de bombeo de Bollullos-Rociana y desde allí se distribuye a los municipios de Rociana del Condado y a Bollullos par del Condado.

Las conducciones están constituidas por fibrocemento o fundición presentando un diámetro de 500 mm. Estas recorren unos 8.500 m desde los puntos de abastecimiento hasta la estación de bombeo de Almonte, desde allí se recorre unos 7300 m hasta la estación de bombeo Bollullos-Rociana que se bifurca en dos ramas de 1000 m. y 3600 m para abastecer los municipios de Bollullos Par del condado y Rociana del Condado respectivamente.

2.2.3. Volúmenes y caudales captados

Los cuatro puntos de abastecimiento funcionan de 14 a 15 horas al día con un caudal medio de unos 30 l/seg.

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1 MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

Desde el punto de vista geológico la zona de estudio se encuentra en la Depresión del Guadalquivir, en su borde suroccidental, en el contacto de la meseta Hercínica.

La serie-tipo, de muro a techo, podría describirse a grandes rasgos como sigue:

Margas azules del Mioceno superior. Esta formación que aflora en todo el borde septentrional del área, conforma el substrato en el que se asienta las formaciones limoarenosas que componen los acuíferos de la masa de agua Almonte Marismas. Hacia el techo aparecen intercalaciones de limos y arenas. Son margas ricas en fósiles, de facies marinas que afloran desde Chucena hasta las proximidades de Moguer. Se han llegado a medir potencias de hasta 1200 m.

Limos y arenas del Mioceno-Plioceno. Los limos se sitúan en la base y las arenas en el tramo medio y superior de la serie. A medida que el espesor aumenta en la dirección N-S, la granulometría se va haciendo más grosera y limpia. En el recinto del Parque Nacional de Doñana y en las marismas esta formación no aflora presentando unas litofacies bastante diferentes con respecto a las que presenta la formación en los afloramientos situados al norte. Su potencia varía de 20 m (Almonte) a 200 m (franja costera).

Arenas basales o formación roja del Cuaternario antiguo-Plioceno superior. Constituidas por arenas blanco-amrillentas o amarillo-rojizas de granos de cuarzo y en menor proporción de feldespatos y fragmentos de rocas metamórficas. Se superpone, discordantemente, sobre materiales del Plioceno medio. No llega a alcanzar los 20 m de potencia.

Formaciones costeras cuaternarias: Son playas, dunas y la barra costera actual formadas por arenas silíceas de origen litoral y eólico. Su potencia llega a superar los 60 m.

Las dunas se extienden paralelamente a la línea de costa, desde la desembocadura del río Tinto hasta la del Guadalquivir, que alcanzan su mayor grado de desarrollo en el extremo meridional. En este complejo se pueden distinguir a veces hasta cuatro cordones dunares.

Cuaternario de las Marismas. Se distinguen varios niveles. El inferior está compuesto por gravas y cantos rodados, con un espesor variable entre 10 y 30 m. Suele estar en contacto con las arenas basales y se encuentra generalmente en carga. A continuación aparecen niveles arcillosos y limo arenosos de color gris azulado. Tiene una potencia entre 60 y 150 m.

Otras formaciones. En general, son mantos eólicos, dunas antiguas y terrazas fluviales. Su potencia máxima es de 8 m, salvo las terrazas fluviales que pueden llegar a los 30 m.



Fig. 1 Geología de la zona.

Desde el punto de vista hidrogeológico la zona de estudio se encuentre englobada dentro de la masa de agua subterránea Almonte-Marismas (MAS 05.051) perteneciente al distrito hidrológico del Guadalquivir. La superficie de dicha masa de agua es de unos 2.410 km², de los que unos 1400 km² corresponden a afloramientos de terrenos permeables y el resto a impermeables sobre todo a superficie ocupada por marismas.

Es un acuífero detrítico, permeable por porosidad primaria que constituye un sistema hidrogeológico en el que se distingue dos grandes áreas. La más extensa es la de acuífero libre, es decir donde afloran las arenas, que cubren materiales permeables que se extienden hasta el zócalo margoso, si bien hay zonas en donde son frecuentes intercalaciones limo-arcillosas. En la segunda gran zona los materiales permeables anteriores quedan confinados bajo los materiales impermeables de la zona de marismas la conexión entre ambos se realiza a través de la franja que define la línea de contacto que los separa.



Fig. 2 Esquema hidrogeológico de la MAS 05.51 "Almonte Marismas".

Los materiales permeables suelen ser heterogéneos y variables de un lugar a otro. En la zona del acuífero libre cabe destacar un nivel profundo más grosero y permeable, donde las captaciones son de gran productividad (hasta 100 l/seg) que llega a continuar bajo las marismas, y un recubrimiento, a veces de decenas de metros de espesor, de arenas medias y finas, bastantes menos confinadas que suele actuar como semiconfinante de los materiales anteriores y contiene la superficie freática. Hacia el norte el acuífero libre pierde espesor y las formaciones groseras ya son menos importantes y más someras, este hecho condiciona la baja productividad de los pozos existentes en la zona (Custodio, 1995).

3.2 LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

Los límites naturales de la masa de agua Almonte-Marismas (MAS 05.51) vienen impuestos al norte por la divisoria de aguas subterráneas de la cuenca del río Tinto y los afloramientos impermeables de las margas azules del Mioceno superior-Plioceno; al este y sureste, por los ríos Guadiamar y Guadalquivir, y al sur y oeste por el Océano Atlántico. Cuando el acuífero aparece semiconfinado o confinado, aparecen margas azules a muro y arcillas de las marismas a techo. En la zona libre el tramo permeable aumenta progresivamente su espesor de norte a sur, pasando de 15-20 m en Almonte hasta 80-100 m en El Rocío. Por debajo de Las Marismas, zona confinada, el acuífero incrementa aún más su potencia, llegando a sobrepasar los valores de 200 m en una gran extensión.

Las características de la masa de agua están ligadas a la evolución tectónica del área desde principios del Terciario y al cambio del nivel del mar que se produjo hace unos 10.000 años en el tránsito del final de la última glaciación al momento actual.

3.3 PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

En la zona de Almonte la permeabilidad oscila entre 1 y 170 m/d correspondiendo la primera a la parte norte de la zona, esto es a la de mayor gradiente hidráulico, así como a la base de las facies Saheliense. En el resto de la zona, la permeabilidad es siempre del orden de 10 m/d, salvo en la zona sur de Villamanrique, en la que alcanza valores de 170 m/d. En general, las transmisividades van de 10 m²/d, en la zona más septentrional, a 100 m²/d, en las áreas de Almonte-El Rocío y Palos-Moguer, y de 1000 a 5000 m²/d en la zona de Marismas.

En el modelo matemático realizado por el IGME se contemplan transmisividades entre 20 y 600 m²/d para la capa inferior del acuífero, y una T constante de 55 m²/d para la capa superior. El coeficiente de almacenamiento aplicado en el mismo modelo fue de $0,5 \times 10^{-4}$.

En la zona del acuífero libre la porosidad eficaz varía entre el 2 y 5%, mientras que en el sector de acuífero confinado el coeficiente de almacenamiento está comprendido entre 10^{-3} y 10^{-4} .

De manera local en la zona de los puntos de abastecimiento de Almonte, Bollullos par del Condado y Rociana del Condado los parámetros hidráulicos se han calculado en su mayor parte a través de ensayos de bombeo realizados en los sondeos de abastecimiento existentes. Estos datos son los siguientes:

- Punto nº 114150063 (Sondeo Eucalipto). Transmisividad de $420 \text{ m}^2/\text{d}$ con un caudal de bombeo de 77 l/s durante 48 horas y con una depresión de 3,79 m.

- Punto 114150061 (sondeo La Higuera): Transmisividad de $143,4 \text{ m}^2/\text{d}$ con un caudal de bombeo de 105 l/s durante 24 horas y con una depresión de 11,25 m.

- Punto 114210130 (sondeo Matalagrana 1): Transmisividad de $465 \text{ m}^2/\text{d}$ con un caudal de bombeo de 93 l/s durante 24 horas y con una depresión de 12,5 m.

- Punto 114150094 (sondeo Matalagrana 2): Transmisividad de $298 \text{ m}^2/\text{d}$ con un caudal de bombeo de 120 l/s durante 24 horas y con una depresión de 15,96 m.

Como puede apreciarse, todos los valores de transmisividad están en el mismo orden de magnitud.

En la zona de acuífero libre la piezometría se adapta a la topografía, de modo que los niveles de agua subterránea se sitúan a cotas del orden de 100-120 msnm en el entorno de Bonares-Rociana-Bollullos Par del Condado-Chucena y a cotas inferiores a 10 msnm en la costa Atlántica, proximidades del acuífero libre a las marismas y cauce bajo del Guadiamar. La piezometría del acuífero bajo las marismas es poco conocida debido a la existencia de pocos puntos de control piezométrico. La circulación de las aguas subterráneas se dirige hacia el S-SE salvo en la zona costera en la que en parte se dirige hacia el arroyo de la Rocina y en parte hacia el mar.

3.4 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO.

La recarga se realiza a partir de la infiltración de agua de lluvia caída en zonas en que el acuífero presenta un carácter libre siendo de menor importancia la recarga producida por los excedentes de agua empleados en regadío.

La descarga natural se realiza por drenaje difuso hacia el mar, ríos, arroyos y lagunas de la zona o extracciones por bombeo. En la zona de la marisma existe un drenaje ascendente a través de los sedimentos.

El agua de recarga desciende a través de las formaciones arenosas, que actúan de forma de acuitardo, y se moviliza lateralmente siendo más preferentes los niveles profundos en donde la permeabilidad es mucho mayor. La circulación por el acuífero confinado se hace más lenta a partir de los ecotonos, y el agua queda casi estacionaria en el interior, donde evoluciona hacia aguas salobres y saladas, por mezcla con aguas marinas preexistentes. Tanto en la zona del acuífero libre como en la confinada existe un gradiente ascendente a través de la zona semipermeable que juega un importante papel regulador del acuífero.

El cálculo de las reservas de aguas subterráneas almacenadas en el acuífero solo se puede conocer de una manera aproximada, ya que no se tienen suficientes datos de porosidad eficaz del mismo. Extrapolando los existentes, se estima que en el acuífero libre existen alrededor de 2.500 hm³ de agua y en el semiconfinado unos 3.000 hm³, lo que hace un conjunto de unos 5.500 hm³.

El balance hídrico de la MAS 05.51 Almonte Marismas según se incluye en su Norma de explotación de 2001 (CHG-IGME) es la siguiente:

ENTRADAS

• Infiltración de lluvia.....	285 hm ³ /a
• Retorno de riegos (20% del volumen bombeos).....	20 hm ³ /a
TOTAL ENTRADAS.....	305 hm³/a

SALIDAS

• Bombeos.....	84 hm ³ /a
• Bombeo para riego.....	80 hm ³ /a
• Bombeo para abastecimiento.....	5 hm ³ /a
• Salidas naturales.....	221 hm ³ /a
• Río Tinto.....	5 hm ³ /a
• Arroyo de la Rocina.....	5-15 hm ³ /a
• Al mar.....	10-25 hm ³ /a
• Recarga acuífero superior.....	20 hm ³ /año
• Evaporación en acuífero más drenaje ríos y arroyos.....	135 hm ³ /a
TOTAL SALIDAS.....	305 hm ³ /a.

3.5 HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

En líneas generales las aguas de la MAS 05.51 Almonte-Marismas, presentan distintos tipos dada la gran extensión de sus aguas. Hay que distinguir entre el acuífero libre y el acuífero semiconfinado o confinado.

El agua subterránea en la zona donde el acuífero es libre es dulce, en general, poco mineralizada y de tipo clorurada sódica. Localmente también presentan facies bicarbonatada-clorurada sódico-cálcica, bicarbonatadas cálcicas y clorurada sódico-cálcica.

En el acuífero semiconfinado o confinado, existe agua dulce y agua salada, separadas por una zona de interfase que, aunque no bien conocida, se sitúa al oeste del Brazo de la Torre, con una orientación NO-SE. Las aguas que se sitúan al oeste de la zona de la interfase, son de características similares a las del acuífero libre. Sin embargo las aguas que se presentan al oeste de dicha zona alcanzan concentraciones de varios gramos de cloruros por litro.

Las zonas con mayor contenido en nitratos, superiores a 100 mg/l se encuentran en Palos Moguer y al sur de Villamanrique, Contenidos entre 50 y100 mg/l se localizan

en las proximidades de Pilas, Almonte y Rociana. En el resto del acuífero, las aguas presentan contenidos en nitratos, en general, por debajo de los 25 mg/l.

La empresa que gestiona el abastecimiento “Mancomunidad Aguas del Condado” no dispone de datos de análisis de cada una de las captaciones sino en conjunto por lo que se ha hecho uso de datos de la Base de datos del IGME. Solamente se dispone de los análisis del Sondeo La Higuera (nº de inventario 114150061) cuyo análisis más reciente es de fecha del 12 de diciembre del 2002 y el Sondeo Eucalipto (nº de inventario 114150063) cuyo análisis más reciente es de fecha del 12 de julio del 1991.

PUNTO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
	(mg/l)									µS/cm		
114150061	51	18	66	0	7	38	6	13	8	284	8,2	12/06/1991
	62	7	45	0	17	37	6	14	3	364	6,9	03/02/1992
	46	8	40		12	32	4	10	1	234	6,9	14/04/1993
	47	10	38		16	29	5	12	3	243	7,7	15/10/1993
	47	14	34	0	15	32	5	10	3	245	6,2	15/04/1994
	43	8	58	0	9	33	4	11	3	230	6,8	20/10/1994
	36	13	73	0	7	29	4	19	2	650	6,7	18/04/1995
	38	13	70	0	11	31	5	10	3	200	6,6	13/11/1995
	41	10	49	0	5	29	4	10	2	229	6,8	04/05/1996
	44	12	50	0	4	26	5	14	2	219	7,5	21/10/1996
	60	10	45		20	37	6	13	2	276	6,5	25/04/1997
	58	17	50	0	19	29	10	19	3	284	6,4	22/10/1997
	34	20	48	0	9	26	4	14	2	190	6,4	28/10/1998
	40	14	20	0	9	20	5	9	2	189	7,9	22/04/1999
	55	9	32	0	23	35	7	8	3	242	7,2	10/04/2001
53	9	34	0	25	34	11	6	3	245	6,6	07/11/2001	
104	20	106	0	6	54	12	41	4	517	7,1	12/12/2002	

Las aguas que presenta la captación son de buena calidad, de mineralización media a baja con concentraciones medias de nitratos de 12 mg/l, por lo que se encuentra por debajo del límite legal establecido de 50 mg/l (R.D 140/2003). Al encontrarnos en una zona con una fuerte influencia agrícola sería recomendable controlar este parámetro como indicador de una posible contaminación.

Los análisis de aguas correspondientes a la captación 114150061 en distintos años se han representado en un diagrama de Piper-Hill-Langelier (ver figura nº 3).

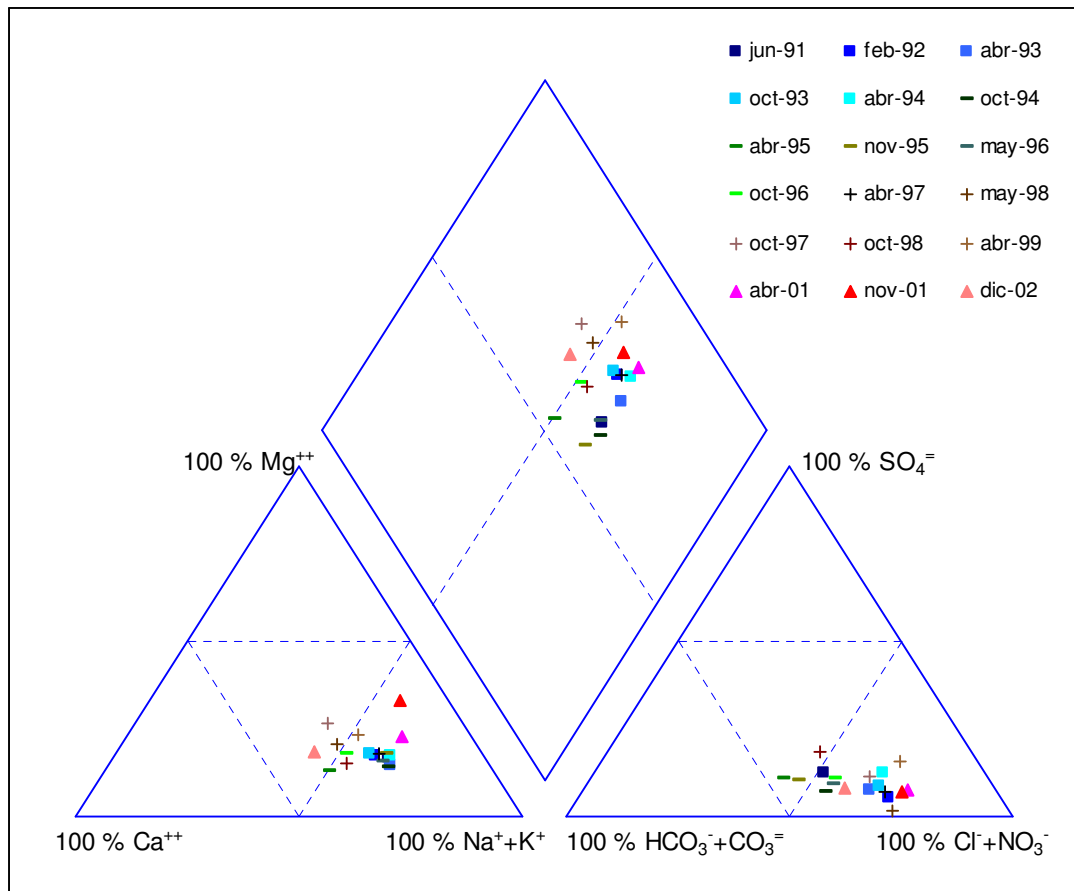


Fig. 3 Diagrama de Piper-Hill-Langelier de la captación nº 114150061.

Como se puede observar en el diagrama de Piper-Hill-Langelier la captación presenta principalmente aguas con facies clorurada sódica tirando a clorurada sódico-cálcica.

PUNTO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
	(mg/l)									μS/cm		
114150063	53	11	39		11	35	4	14	2	243	7,3	03/12/1983
	83	16	110		15	42	10	43	3	2060	7,3	26/12/1984
	60	25	51		11	35	6	24	3	330	8,6	26/02/1986
	55	13	28	0	22	38	5	10	3	284	7,6	12/01/1988
	95	20	37	0	19	54	8	18	3	405	7,8	12/06/1991

Las aguas que presenta la captación son de buena calidad, de mineralización media a baja (el dato de 2060 $\mu\text{S}/\text{cm}$ debe ser una error) con concentraciones medias de nitratos de 16 mg/l, por lo que se encuentra por debajo del límite legal establecido de 50 mg/l (R.D 140/2003). Al encontrarnos en una zona con una fuerte influencia agrícola sería recomendable controlar este parámetro como indicador de una posible contaminación.

Los análisis de aguas correspondientes a la captación 1141510063 en distintos años se han representado en un diagrama de Piper-Hill-Langelier (ver figura nº 4).

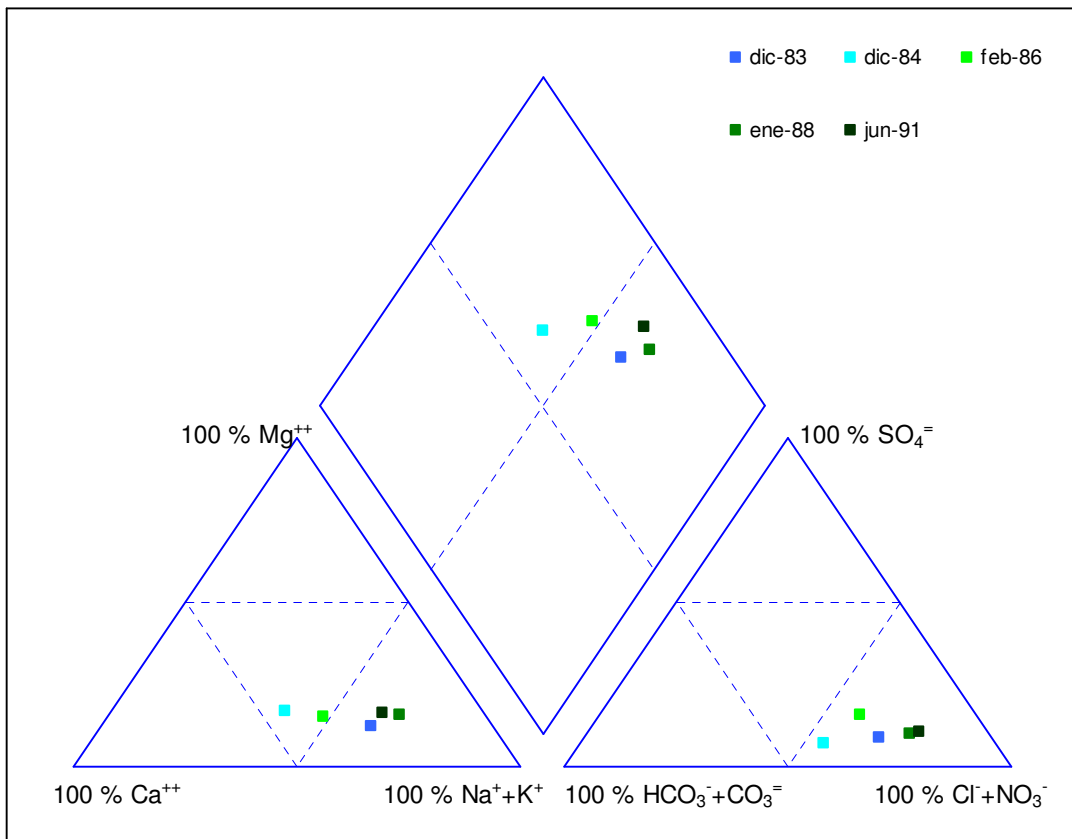


Fig. 4 Diagrama de Piper-Hill-Langelier de la captación nº 1141510063.

Como se puede observar en el diagrama de Piper-Hill-Langelier la captación presenta aguas con facies clorurada sódica tirando a clorurada sódico-cálcica.

Ambos sondeos se encuentran muy cercanos, a escasos 500 m, por lo que las características de sus aguas son muy similares. Estos puntos pertenecieron a la red de calidad del IGME, seguramente en el año 1991 se sustituyó uno por el otro.

4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

4.1 ORIGEN DE LA INFORMACIÓN SOBRE PRESIONES Y FOCOS DE CONTAMINACIÓN.

Los focos potenciales de contaminación se han recopilado de las siguientes fuentes de información:

- Inventario de campo. Focos de contaminación puntuales más próximos a las captaciones visitados en la campaña de campo.
- Focos de contaminación en coberturas GIS:
 - IMPRESS: Graveras, vertederos, industrias IPPC, aguas de drenaje de minas, piscifactorias y gasolineras.
 - SIA (Sistema Integral de Información del Agua): EDAR, puntos de vertido, cabezas de ganado y contaminación difusa (estos dos últimos se representan por nº de cabezas de ganado y kg/km², respectivamente, siendo estos valores los correspondientes a la totalidad de la comarca en la que se encuentra la captación).
 - CORINE: Usos del suelo para el año 2000. Los focos de contaminación poligonales y lineales obtenidos mediante esta fuente de información han sido contrastados en campo y mediante el análisis de ortofoto digital para incluir las presiones correspondientes a los distintos usos del suelo que no se incluyan en el CORINE.

4.2 INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

4.2.1. Actividad agrícola

El término municipal de Almonte, El principal cultivo es el naranjo, de hecho más del 67% de los cultivos desarrollados en este término municipal corresponde a este cultivo.

En la zona de recarga suelen predominar los cultivos de regadío intensivo (fresas y frambuesas).

Según el Instituto Nacional de Estadística de Andalucía para el año 2007 el aprovechamiento de las tierras labradas en el municipio de Almonte se representa en la siguiente tabla:

Cultivos	Hectáreas
Olivar	1.625
Fresa	1.274
Trigo	353
Naranjos	6.781

Debido a la naturaleza y características de las formaciones permeables de la zona de estudio, tratándose de zonas detríticas, hay que tener en cuenta que un uso de fertilizantes químicos en exceso para el abonado de los regadíos intensivos puede provocar una contaminación.

4.2.2. Actividad ganadera

En cuanto a la actividad ganadera del municipio, la mayoría de la cabaña ganadera la representa el ganado caprino. No existen granjas en el ámbito de la zona de recarga de las captaciones.

Los datos de actividad ganadera para toda la comarca del condado litoral según datos del 2005 del SIA (Sistema Integral de Información del Agua) se muestran en la tabla siguiente.

Actividad ganadera	Nº de cabezas de ganado
Porcino	6.136
Bovino	5.414
Caprino	24.738
Equino	3.296
Aves	378.000

4.2.3. Actividad Industrial

La actividad industrial existente en el término municipal de Almonte está estrechamente relacionada con actividades agropecuarias. Estas industrias se suelen situar en las mismas zonas de producción agrícola y ganadera.

En las inmediaciones de la zona de las captaciones existente un polígono a un kilómetro aguas arriba de la zona de las captaciones.

4.2.4. Residuos sólidos urbanos

Durante la visita al emplazamiento y su entorno no se localizó ningún vertedero.

4.2.5. Aguas Residuales

El municipio de Almonte dispone de una Estación de aguas residuales (EDAR) situada en la cuenca del arroyo del Partido. Esta estación entró en funcionamiento en el año 2002 y depura también las aguas residuales de los municipios de Bollullos Par del Condado y Rociana del Condado.

La EDAR de Almonte, cuya construcción fue financiada por el Ministerio de Agricultura y Pesca (IRYDA), cuenta con un pretratamiento (desbaste y desarenado), seguido por un sistema de lagunaje, compuesto por tres lagunas anaerobias interconectadas dispuestas en paralelo y dos lagunas facultativas dispuestas en serie, no existiendo la etapa final de depuración mediante lagunas de maduración. Su efluente vierte al arroyo de Santa María que forma parte de la cuenca del arroyo de El Partido.

4.2.6. Otros focos de contaminación

No se destaca ningún otro foco de contaminación

4.3 FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LA CAPTACIÓN

El principal foco de contaminación para los puntos de abastecimiento de Almonte, Bollullos Par del Condado y Rociana del Condado es el uso del suelo y las actividades derivadas, sobre todo el cultivo permanente de fresas y frambuesas por regadío.

En la figura nº 5 se muestra la situación de los puntos de abastecimiento y su entorno con los posibles focos de contaminación.

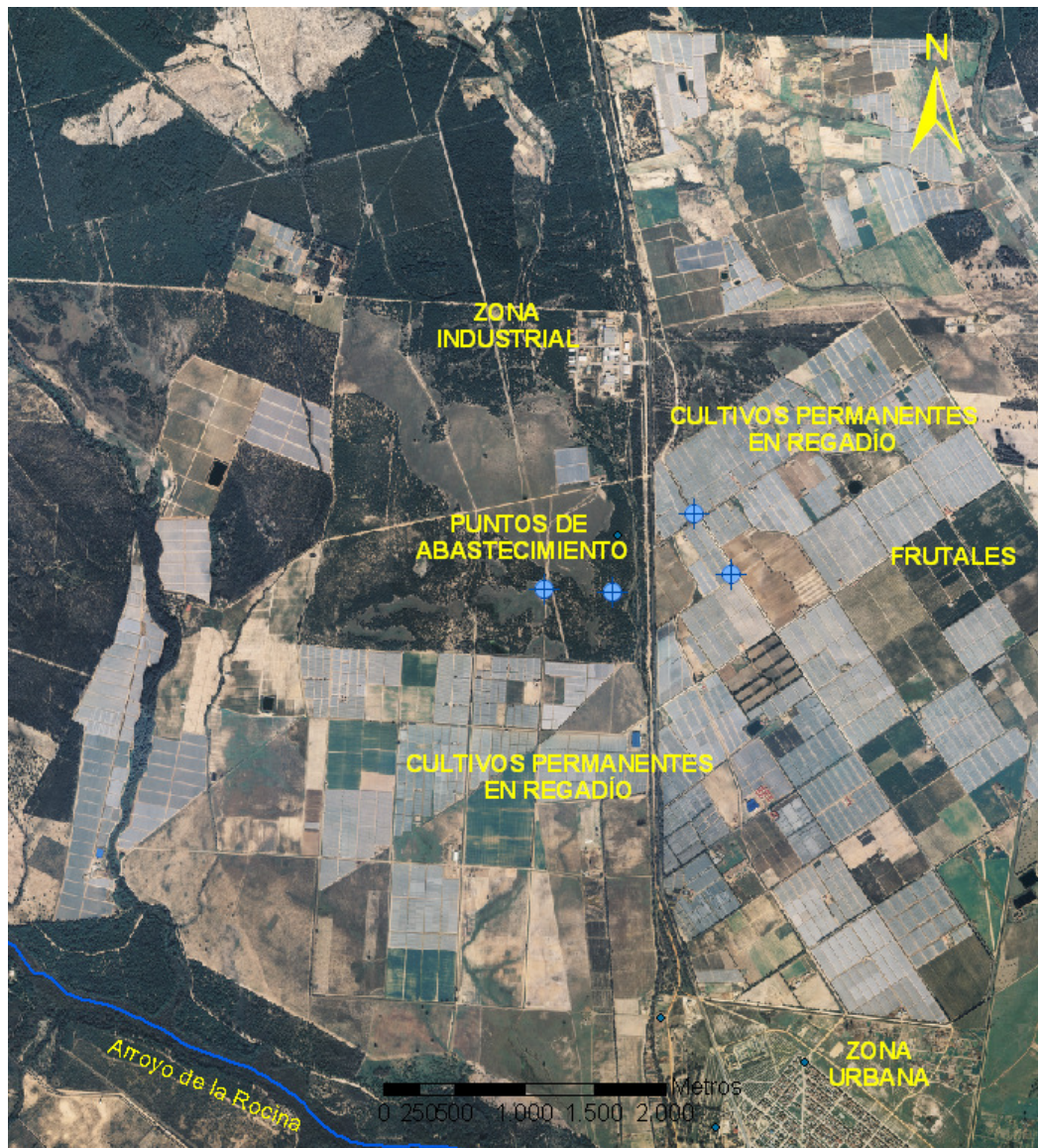


Fig. 5 Esquema situación de los puntos de abastecimiento y posibles focos de contaminación

4.4 INDICIOS DE FOCOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES

El principal foco de contaminación para las captaciones es la actividad agrícola. El uso de fertilizantes y plaguicidas pueden alcanzar las aguas subterráneas provocando una contaminación del contenido de nitratos.

La aplicación de fertilización nitrogenada puede ocasionar problemas, cuando la cantidad de nitrógeno aplicado excede de la dosis crítica adecuada para cada cultivo, al aumentar rápidamente la lixiviación de nitratos, y por tanto, el riesgo de incorporación a las aguas subterráneas, mientras que la producción apenas se incrementa.

Otra de las variables a tener en cuenta es la forma química en la que se presenta en el abonado el nitrógeno. Aquellos fertilizantes que se presentan en forma de nitratos, de elevada movilidad, son fácilmente arrastrados por el agua de infiltración procedente de la lluvia, riego o de ambos, frente a los amoniacales que presentan una baja movilidad. El paso de la urea y de los compuestos amoniacales a la forma más estable de nitrógeno, los nitratos, se realiza con rapidez, siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad adecuadas, lo que aumenta el riesgo de contaminación.

Otro de los factores, que junto con las prácticas contribuyen de forma significativa a la incorporación de nitratos al flujo subterráneo, es el hidrogeológico. La litología, permeabilidad y espesor de la zona no saturada del acuífero, va a condicionar las reacciones que se producen en el tránsito del nitrato desde la zona radicular de los cultivos hasta el nivel del agua y, por tanto, la cantidad de nitrato que se incorpore al flujo subterráneo.

Las captaciones están situadas en formaciones detriticas, lo que hace que sea extremadamente vulnerable a la contaminación, dada la rápida propagación de cualquier hipotético contaminante a zonas alejadas de la fuente de contaminación. Cabe destacar que los sondeos de abastecimiento con nº 114150107 y 114150070 de inventario del IGME situados en la misma zona se abandonaron porque las concentraciones de nitratos disueltas en el agua excedían el límite establecido por el RD140/2003 del 7 de febrero (50 mg/l).

5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

La vulnerabilidad frente a la contaminación en las captaciones de abastecimiento se ha definido como la susceptibilidad del agua subterránea a la contaminación generada por la actividad humana en función de las características geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas de un área.

Los valores empleados para la estimación de la vulnerabilidad son los correspondientes al método DRASTIC mediante el análisis de la cartografía de la vulnerabilidad intrínseca en medios detríticos. Estos valores de vulnerabilidad se han obtenido del Mapa de Vulnerabilidad de España realizado por el IGME.

Se ha realizado una evaluación hidrogeológica de la unidad en base al funcionamiento hidrogeológico, zonas de recarga, circulación del flujo subterráneo, zonas de circulación preferencial, funcionamiento libre o confinado, etc, así como un análisis de la distribución de la vulnerabilidad en el entorno y áreas de recarga de las captaciones y su relación con los focos de contaminación.

En general, Las zonas más vulnerables de MAS 05.51 corresponden a aquellas donde la permeabilidad es mayor dentro del acuífero libre. También será más sensible cuanto más próximo se encuentre el nivel freático de la superficie.

5.1 VULNERABILIDAD EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA.

La distribución de la vulnerabilidad en el entorno de las captaciones a proteger se representa en el plano nº 2 junto con los focos potenciales de contaminación.

Los Limos y arenas del Mioceno-Plioceno que conforman el área de recarga de las captaciones presentan una vulnerabilidad alta a la contaminación debido a su elevada permeabilidad por porosidad.

5.2 RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN.

El acuífero asociado a la MAS 05.51 Almonte Marismas es muy vulnerable a la contaminación debido a su carácter detrítico. Las zonas más vulnerables son aquellas donde la permeabilidad es mayor dentro del acuífero libre. También será más sensible cuanto más próximo se encuentre el nivel freático de la superficie.

En la actualidad los residuos sólidos y líquidos de origen urbano no representan un riesgo grave de contaminación porque, prácticamente la totalidad de los pueblos de la zona mandan sus residuos sólidos a plantas de reciclado (Villarrasa y Bollullos de la Mitación) y depuran sus aguas residuales.

Según la norma de explotación 2001 (CHG-IGME) de la MAS 05.51 Almonte Marismas el nitrato es el agente contaminante más importante. Éste procede de los fertilizantes usados en las tareas agrícolas cuyas concentraciones máximas se encuentran en las zonas de Palos, Moguer y sur de Villamanrique (por encima de los 100 p.p.m).

En el acuífero no existe en la actualidad riesgo de intrusión marina, no obstante, como consecuencia de la excesiva e inadecuada explotación del acuífero en su sector nororiental se está produciendo un avance de la interfase salina definida por una franja, de orientación noreste-suroeste que marca la separación entre las aguas dulces y salinas y fósiles del fondo de las marismas.

El nitrato es el agente contaminante más importante, procede de los fertilizantes usados en las tareas agrícolas. Las concentraciones máximas de nitratos se encuentran en las zonas de Palos, Moguer y sur de Villamanrique, por encima de los 100 p.p.m.

En general no hay problemas graves de contaminación que puedan afectar ni a los usos del agua subterránea ni a la ecología de la zona.

5.2.1. Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad

Teniendo en cuenta la distribución de los focos de contaminación que se sitúan sobre las zonas de alimentación de las captaciones, se han detectado los cultivos intensivos de regadío (fresa y frambuesa) como focos que puedan poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector. Estos cultivos son muy abundantes en la zona de estudio.

TIPO DE CONTAMINACIÓN	PRESIONES	CONTAMINANTES	DISTANCIA A LAS CAPTACIONES	VULNERABILIDAD
Difusa	Agrícola. Cultivos de regadío	Nitratos Plaguicidas	10-100 m	Alta

5.2.2. Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad y el riesgo

En el ámbito de riesgo de contaminación de acuíferos, la peligrosidad viene dada por la capacidad del contaminante de producir mayor o menor daño sobre el agua subterránea. La peligrosidad de un contaminante es función de tres factores (De Keteleare et al., 2004):

- La nocividad intrínseca del contaminante inherente a su propia naturaleza.
- La intensidad potencial del episodio de contaminación, dependiente de la cantidad de contaminante vertido.
- La probabilidad de que el peligro se active, esto es, de que se desencadene una fuga o vertido del contaminante.

A partir de estos factores, la metodología propuesta por De Keteleare et al. 2004 para la evaluación y cartografía de la peligrosidad se resume en el siguiente Índice de Peligrosidad (Hazard Index, HI):

H = nocividad del contaminante o de una actividad antrópica potencialmente contaminante

Qn = cantidad de contaminante

Rf = probabilidad de ocurrencia del accidente

El índice de peligrosidad HI se obtiene mediante el producto de los tres factores y puede variar entre un factor mínimo de 0 y un máximo de 120.

$$HI = H \cdot Qn \cdot Rf$$

HI index	Clase de peligrosidad
[0 – 24]	Muy baja
(24 – 48]	Baja
(48 – 72]	Moderada
(72 – 96]	Alta
(96 – 120]	Muy alta

Para el análisis de la peligrosidad se ha procedido a puntuar cada presión según sus características. El valor H viene definido por el método. Se ha puntuado el factor Qn según la dimensión del peligro a partir de su identificación en el campo. El valor máximo de Qn es igual a 1,2. El valor asignado a este parámetro dependerá de la extensión que ocupe el foco potencial de contaminación dentro de la zona de recarga de las captaciones a proteger y de la cantidad del contaminante.

Al factor Rf se le ha dado la mayor puntuación (Rf=1) excepto cuando existen datos que demuestran que la probabilidad de contaminación es nula.

En función de la clase de peligrosidad y el valor de la vulnerabilidad en la zona donde se sitúa el foco potencial de contaminación se obtiene un valor cualitativo del nivel de riesgo

EVALUACIÓN DEL RIESGO					
PELIGROSIDAD	VULNERABILIDAD				
	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy alta
Muy baja	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo-Moderado
Baja	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo-Moderado	Moderado
Moderada	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Alto
Alta	Bajo-Moderado	Moderado	Moderado-Alto	Alto	Alto
Muy alta	Moderado	Moderado	Alto	Alto	Muy alto

A continuación se muestran los resultados obtenidos para las captaciones Eucalipto, la Higuera, Matalagrana I y Matalagrana II objeto del perímetro de protección:

FOCO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN	H	Qn	Rf	HI	Clase de peligrosidad	Vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Cultivos Intensivos de regadío	30	1,2	1	36	Baja	Moderada	Bajo

Las presiones del sector suponen un riesgo bajo para las aguas subterráneas

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

En el desarrollo de este trabajo se delimitan tres zonas en torno a la captación, denominadas:

- Zona I o de restricciones absolutas (tiempo de tránsito 1 día)
- Zona II o de restricciones máximas (tiempo de tránsito 60 días)
- Zona III o de restricciones moderadas (tiempo de tránsito 4 años)
- Zona de protección de la cantidad.

6.1 ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO.

6.1.1. Análisis hidrogeológico y geometría del acuífero

Desde el punto de vista hidrogeológico, los puntos de abastecimiento de Almonte, Bollullos par del Condado y Rociana del Condado captan aguas de limos y arenas Mioceno-Pliocenas, con permeabilidades de conjunto medias ($K=3-6$ m/día). En el punto nº 114150063 (Sondeo Eucalipto) se obtuvo una transmisividad de 420 m²/d, en el punto nº 114150061 (Sondeo Higuera) de 143,4 m²/d, en el punto nº 114210130 (Sondeo Matalagrana 1) de 465 m²/d y en el punto nº 114150094 de 298 m²/d.

El substrato del acuífero que está constituido por margas azules y actúa como impermeable no aflora en la zona de los puntos de abastecimiento.

Los límites naturales de la masa de agua Almonte-Marismas vienen impuestos al norte por la divisoria de aguas subterráneas de la cuenca del río Tinto y los afloramientos impermeables de las margas azules del Mioceno superior-Plioceno; al este y sureste, por los ríos Guadiamar y Guadalquivir, y al sur y oeste por el Océano Atlántico. Cuando el acuífero aparece semiconfinado o confinado, aparecen margas azules a muro y arcillas de las marismas a techo. En la zona libre el tramo permeable aumenta progresivamente su espesor de norte a sur, pasando de 15-20 m en Almonte hasta 80-100 m en El Rocío. Por debajo de Las Marismas, zona confinada, el

acuífero incrementa aún más su potencia, llegando a sobrepasar los valores de 200 m en una gran extensión

6.1.2. Funcionamiento (Isopiezas y líneas de flujo)

Las distintas piezometrías realizadas en la zona indican que la orografía del terreno nos permitir definir el sentido y la dirección del flujo subterráneo que tiene sentido noreste-suroeste. El arroyo de la Rocina situado a unos 3000 m. al sur de la zona de los puntos de abastecimiento actúa como divisoria de aguas (ver figura nº 6).

La cota piezométrica de los puntos de la zona está entorno a los 25 m. (s.n.m).

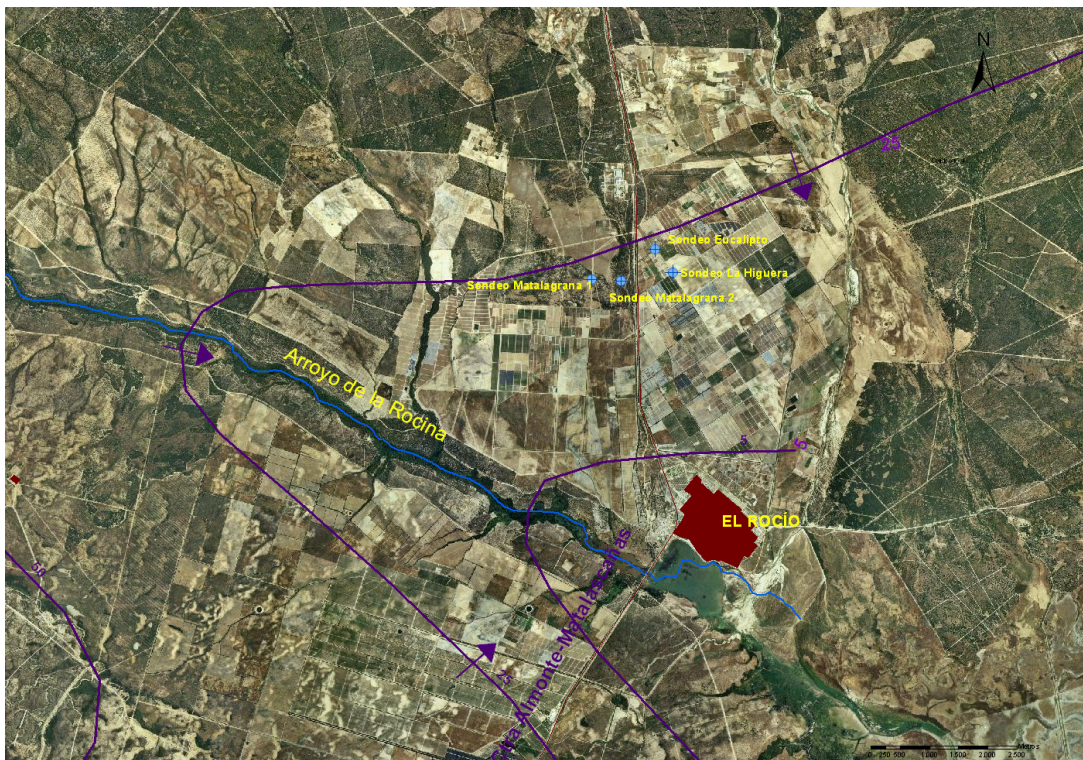


Fig. 6 Esquema del flujo subterráneo.

6.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS)

Para la delimitación del perímetro de protección se ha utilizado el criterio del tiempo de tránsito según el método de Wyssling, en el que se distinguen tres áreas de restricciones de uso crecientes con la proximidad a la captación, denominadas:

- Zona I o de restricciones absolutas (tiempo de tránsito 1 día)
- Zona II o de restricciones máximas (tiempo de tránsito 60 días)
- Zona III o de restricciones moderadas (tiempo de tránsito 4 años)

La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico

Q = caudal de bombeo (m^3/s)

K = permeabilidad horizontal (m/s)

m_e = porosidad eficaz

b = espesor del acuífero

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de la llamada zona (X_0), la anchura del frente de llamada (B), el ancho de llamada a la altura de la captación (B'), y la velocidad efectiva (V_e) según las expresiones siguientes:

$$X_0 = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot b \cdot i \cdot k}; \quad B = \frac{Q}{k \cdot b \cdot i}; \quad B' = \frac{B}{2}; \quad V_e = \frac{K \cdot i}{m_e}$$

La distancia desde la captación a un punto con un tiempo de tránsito t (en días) viene dada por la expresión:

$$S = \frac{\pm l + \sqrt{l \cdot (l + 8 \cdot X_0)}}{2}$$

Donde I es el producto de la velocidad efectiva por el tiempo de tránsito. El signo positivo inicial se utiliza para calcular la distancia aguas arriba de la captación y el signo negativo para calcular la distancia aguas abajo de la captación.

Para establecer los perímetros de protección se han considerado los parámetros hidráulicos obtenidos en las captaciones de Almonte, Bollullos par del Condado y Rociana del Condado.

Parámetros hidráulicos obtenidos en el propio sondeo Eucalipto (114150063) para establecer su perímetro de protección.

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q_l	50	Estimación propia
Transmisividad ($m_2/día$)	T	420	Ficha IGME
Espesor total zonas transmisivas (m)	b	80	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	5,3	Cálculo
Porosidad	m	0,035	Estimación propia
Gradiente hidráulico	i	0,0055	Cálculo propio
Dirección del flujo respecto al Norte	grados	18	Estimación propia
Longitud captación (UTM) Huso 29	m	722526	Medición con GPS
Latitud captación (UTM) Huso 29	m	4117574	Medición con GPS

Parámetros hidráulicos obtenidos en el propio sondeo La Higuera (114150061) para establecer su perímetro de protección.

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q_l	40	Ficha IGME
Transmisividad ($m_2/día$)	T	143,4	Ficha IGME
Espesor total zonas transmisivas (m)	b	80	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	2,9	Cálculo
Porosidad	m	0,035	Estimación propia
Gradiente hidráulico	i	0,0055	Cálculo propio
Dirección del flujo respecto al Norte	grados	18	Estimación propia
Longitud captación (UTM) Huso 29	m	722818	Medición con GPS
Latitud captación (UTM) Huso 29	m	41171620	Medición con GPS

Parámetros hidráulicos obtenidos en el propio sondeo Matalagrana I (114210130) para establecer su perímetro de protección.

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q_1	40	Datos de AQUALIA
Transmisividad ($m_2/día$)	T	465	Ficha IGME
Espesor total zonas transmisivas (m)	b	80	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	5,8	Cálculo
Porosidad	m	0,035	Estimación propia
Gradiente hidráulico	i	0,0055	Cálculo propio
Dirección del flujo respecto al Norte	grados	18	Estimación propia
Longitud captación (UTM) Huso 29	m	721981	Medición con GPS
Latitud captación (UTM) Huso 29	m	41169780	Medición con GPS

Parámetros hidráulicos obtenidos en el propio sondeo Matalagrana II (114150094) para establecer su perímetro de protección.

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q_1	40	Datos de AQUALIA
Transmisividad ($m_2/día$)	T	298	Ficha IGME
Espesor total zonas transmisivas (m)	b	80	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	3,7	Cálculo
Porosidad	m	0,035	Estimación propia
Gradiente hidráulico	i	0,0055	Cálculo propio
Dirección del flujo respecto al Norte	grados	18	Estimación propia
Longitud captación (UTM) Huso 29	m	721490	Medición con GPS
Latitud captación (UTM) Huso 29	m	41169727	Medición con GPS

Con estos valores, los parámetros de partida para definir las zonas de protección de acuerdo con el método de Wyssing se recogen para cada punto de abastecimiento en las siguientes tablas.

Parámetros de partida obtenidos mediante el método WYssing para los sondeos La Higuera y Eucalipto.

Almonte	Eucalipto	La Higuera
X_0 o radio de llamada (m)	295	431
B o ancho de llamada (m)	1.852	2.708
B' o ancho de llamada a la altura de la captación (m)	926	1.354
V_e o velocidad eficaz (m/día)	0,83	0,46

Parámetros de partida obtenidos mediante el método WYssing para los sondeos Matalagrana I y Matalagrana II.

Almonte	Matalagrana I	Matalagrana II
X_0 o radio de llamada (m)	216	338
B o ancho de llamada (m)	1.354	2.123
B' o ancho de llamada a la altura de la captación (m)	677	1.061
V_e o velocidad eficaz (m/día)	0,91	0,58

6.3 ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN

La alimentación se produce fundamentalmente a partir de la infiltración de la lluvia y en menor parte por el retorno de los excedentes de agua empleados en regadío. La descarga natural se produce por drenaje difuso hacia el arroyo de la Rocina o por extracciones por bombeo.

6.4 ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

Se considera como el círculo cuyo centro es la captación a proteger y cuyo radio (sl) es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día. Esta zona tendrá una forma circular u oval dependiendo de las condiciones hidrodinámicas .

Zona de restricciones absoluta para los puntos de abastecimiento Eucalipto y La Higuera”

Almonte	Eucalipto	La Higuera
S1 aguas arriba (m)	23	20
S1 aguas abajo (m)	22	20

Zona de restricciones absoluta para los puntos de abastecimiento Matalagrana I y Matalagrana II.

Almonte	Matalagrana I	Matalagrana II
S ₁ aguas arriba (m)	20	20
S ₁ aguas abajo (m)	19	20

En esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación, para lo que se recomienda la construcción de una caseta que proteja la captación (en el caso de que no exista), que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral.

6.5 ZONAS DE RESTRICCIONES MÁXIMAS

La zona de restricciones máximas se considera como el espacio que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 60 días. Queda delimitada entre la zona de protección inmediata y la isocrona de 60 días. Los datos obtenidos con el método de Wyssling empleando las variables antes descritas en el apartado 6.2, para un tiempo de 60 días, se recogen en las siguientes tablas.

Zona de restricciones máximas para los puntos de abastecimiento Eucalipto y La Higuera”

Almonte	Eucalipto	La Higuera
S ₂ aguas arriba (m)	198	168
S ₂ aguas abajo (m)	149	141

Zona de restricciones máximas para los puntos de abastecimiento Matalagrana I y Matalagrana II

Almonte	Matalagrana I	Matalagrana II
S ₂ aguas arriba (m)	183	172
S ₂ aguas abajo (m)	129	137

A efectos prácticos, se adoptará el polígono teórico salvo que éste supere los límites establecidos en la poligonal envolvente de la captación.

6.6 ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

Los datos obtenidos con el método de Wyssling empleando las variables antes descritas en el apartado 6.2, para un tiempo de 4 años, se recogen en las tablas siguientes.

Zona de restricciones moderadas para los puntos de abastecimiento Eucalipto y La Higuera”

Almonte	Eucalipto	La Higuera
S ₃ aguas arriba (m)	1.615	1.138
S ₃ aguas abajo (m)	432	491

Zona de restricciones moderadas para los puntos de abastecimiento Matalagrana I y Matalagrana II

Almonte	Matalagrana I	Matalagrana II
S ₃ aguas arriba (m)	1.636	1.266
S ₃ aguas abajo (m)	341	441

Al igual que en el caso de la zona de restricciones máximas, a efectos prácticos, se adoptará el polígono teórico salvo que éste supere los límites establecidos en la poligonal envolvente de la captación.

6.7 ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

Se delimita un perímetro de protección de la cantidad, con el apoyo de criterios hidrogeológicos, en función del grado de afección que podrían producir determinadas captaciones en los alrededores.

Para la protección de la cantidad del manantial de abastecimiento se definirá un perímetro en función del radio de influencia R:

$$R = 1,5 (T t / S)^{1/2}$$

Donde:

T = transmisividad

t = tiempo de bombeo

S = coeficiente de almacenamiento

Almonte	Eucalipto	La Higuera
T(m ₂ /día)	420	143,4
t (días)	120	120
S	0,035	0,035
R	1.800	1.052

Almonte	Matalagrana I	Matalagrana II
T(m ₂ /día)	465	298
t (días)	120	120
S	0,035	0,035
R	1.894	1.516

Con el rango de parámetros utilizados y teniendo en cuenta la características hidrogeológicas conocidas de estos materiales, el radio teórico de afección oscila entre un punto y otro de entre 1.000 a 1900 m.

Dadas las características hidrogeológicas del acuífero se delimitará una zona de protección de la cantidad para las captaciones de abastecimiento de entre 1900 m.de radio, dentro de los límites de la zona moderada.

7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA

En general, se debe plantear un sistema de vigilancia ante la posible afección de actividades potencialmente contaminantes y dentro de la envolvente, para llevar a cabo un seguimiento de la eficiencia del perímetro de protección delimitado, que garantice el mantenimiento de la calidad del agua en los puntos de abastecimiento.

Debido a la actividad agrícola que se desarrolla sobre los afloramientos permeables es aconsejable, sobre todo durante y después de lluvias de cierta importancia, hacer algunos análisis para comprobar la posible presencia de contaminación de origen orgánico, y así como, especies nitrogenadas, fosforadas, pesticidas y fungicidas fundamentalmente. En cualquier caso, se aconseja que este control sea semestral, efectuando dichos análisis a todos los puntos de abastecimiento.

Asimismo, en caso de producirse una situación especial que provoque un vertido potencialmente contaminante, en las proximidades de la captación, se llevara a cabo una campaña de seguimiento de la calidad del agua, con el análisis de los parámetros que en cada momento se juzgue necesario determinar, y con la periodicidad que aconsejen las circunstancias.

El cuadro adjunto sintetiza el régimen de autorizaciones recomendado en las zonas de sectorización del perímetro de protección.

ACTIVIDAD	ZR. absolutas	ZR. máximas	ZR. moderadas
AGRICULTURA Y GANADERÍA			
Uso de fertilizantes y pesticidas	P	P	S
Uso de herbicidas	P	P	S
Almacenamiento de estiércol	P	P	S
Granjas porcinas y de vacuno	P	P	S
Granjas de aves y conejos	P	P	S
Ganadería extensiva	P	S	A
Aplicación de purines porcinos y vacunos estabilizados por compostaje	P	P	P
Depósitos de balsas de purines	P	P	P
Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	P	P	S
Silos	P	P	S
RESIDUOS SÓLIDOS			
Vertederos incontrolados de cualquier naturaleza	P	P	P
Vertederos controlados de residuos sólidos urbanos	P	P	S
Vertederos controlados de residuos inertes	P	S	S
Vertederos controlados de residuos peligrosos	P	P	P
VERTIDOS LÍQUIDOS			
Aguas residuales urbanas	P	P	P
Aguas residuales con tratamiento primario, secundario y terciario	P	P	S
Aguas residuales industriales	P	P	P
Fosas sépticas, pozos negros o balsas de aguas negras	P	P	P
Estaciones depuradoras de aguas residuales	P	P	S
ACTIVIDADES INDUSTRIALES			
Asentamientos industriales	P	P	P
Canteras y minas	P	P	P
Almacenamiento de hidrocarburos	P	P	P
Conducciones de hidrocarburos	P	P	P
Depósitos de productos radiactivos	P	P	P
Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	P	P	P
OTROS			
Cementerios	P	P	P
Campings, zonas deportivas y piscinas públicas	P	P	S
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos no destinados para abastecimiento	P	P	S

A: Actividad aceptable

S: Actividad sujeta a condicionantes

P: Actividad no autorizada

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha detectado focos de contaminación que pueden poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector, proveniente de prácticas agrícolas.

La vulnerabilidad de esta unidad se debe considerar como alta, por lo que las precauciones y vigilancia sobre posibles actividades potencialmente contaminantes dentro de la poligonal deben ser suficientes.

La zonación realizada se ha basado fundamentalmente en criterios hidrogeológicos, apoyándose en cálculos previos realizados según el método de Wyssling.

Es deber del Ayuntamiento velar por el cumplimiento de las restricciones, dentro de unos límites razonables, de cada una de las zonas definidas en esta propuesta.

Aquellas zonas que pudieran estar parcialmente fuera de los límites del municipio, deberían comunicárselo a los Ayuntamientos afectados y coordinar actuaciones para velar, en la medida de lo posible, porque se cumplan las normas correspondientes.

9. **REFERENCIAS**

ITGE-Junta de Andalucía. 1998. Atlas hidrogeológico de Andalucía.

ITGE-Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2000-2001.

Revisión y Actualización de las Normas de Explotación de las Unidades Hidrogeológicas de las cuencas del Guadalquivir y Guadalete – Barbate. Norma de Explotación de la Unidad Hidrogeológica 05.51 (Almonte - Marismas).

Martínez Navarrete, C. y García García, A. 2003. Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada a consumo humano. Metodología y aplicación al territorio. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas nº 10. Madrid.

De Ketelaere D., Hötzl H., Neukum C., Civitta M. y Sappa G. (2004). Hazard análisis and mapping. En F. Zwahlen (ed) Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers. Informe final de la Acción COST 620, 86-105.

Instituto Nacional de Estadística; <http://www.ine.es/>

ANEXOS

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Sondeo de abastecimiento el Eucalipto (Sondeo III-3-10).



Sondeo de reserva a 10 m. del sondeo de abastecimiento el Eucalipto).



Rótulo en caseta de cuadro eléctrico del sondeo de abastecimiento el Eucalipto.



Cercado sondeo el Eucalipto



Cultivos de fresas a escasos metros del sondeo el Eucalipto



Sondeo de abastecimiento la Higuera (Sondeo III-3-09).



Rótulo en caseta de cuadro eléctrico del sondeo La Higuera.



Sondeo de abastecimiento la Higuera (vista general).



Recinto vallado del Sondeo la Higuera.



Antiguo sondeo de abastecimiento (nº inventario IGME114150070) abandonado por sobrepasar el límite admitido de nitratos en el agua.



Sondeo n° inventario IGME114150070. se puede observar la proximidad al punto de agua de cultivos intensivos de regadio.



Detalle sondeo n° inventario IGME114150070



Antiguo sondeo de abastecimiento (n° inventario IGME114150107) abandonado por sobrepasar el límite admitido de nitratos en el agua.



Detalle sondeo n° inventario IGME114150107



Detalle sondeo de apoyo a escasos metros del antiguo punto de abastecimiento n° inventario IGME114150107



Sondeo n° inventario IGME114150107. se puede observar la proximidad al punto de agua de cultivos intensivos de regadio.



Piezómetros a distintas profundidades controlados por la Agencia Andaluza del Agua



Sondeo de abastecimiento Matalagrana 1 (Sondeo V-3-06).



Cuadro eléctrico del sondeo Matalagrana 1



Sondeo de abastecimiento Matalagrana 1 (vista general).



Sondeo de abastecimiento Matalagrana 2 (Recinto vallado).



Cuadro eléctrico del sondeo Matalagrana 2



Sondeo de abastecimiento Matalagrana 2 (Sondeo V-3-16).



Sondeo de abastecimiento Matalagrana 2 (vista general).

ANEXO II
FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

**INVENTARIO
PUNTO ACUÍFERO**

1 N° de registro **114150063**
 N° de puntos descritos **02**
 Hoja topográfica 1/50.000
 Número

2 COORDENADAS Lambert
 X Y
 UTM
 Huro Sector X Y
29 **722526** **4117574**

Croquis acotado o mapa detallado

3 4 Cuenca hidrogrática **05**
 Unidad hidrogeológica **511**
 Sistema acuífero
 Provincia **HUELVA**
 Término Municipal **ALMONTÉ**
 Toponimia **BL. L. C. B.**

5 Objeto
 Cota **2047**
 Referencia topográfica **51 Lote Beca Sordo**
 6 Naturaleza **Sondeo**
 Profundidad de la obra **58**
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación
 Trabajos aconsejados por
 Año de ejecución Profundidad **58 m**
 Reprofundizado el año Profundidad final **58 m**

8 MOTOR
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza **Sono vertical sumergible**
 Capacidad
 Marca y tipo

9 Utilización del agua **Abastecimiento**
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante **365** días

10 ¿Tiene perímetro de protección? **No**
 Bibliografía del punto acuífero
 Documentos intercalados
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra
 Escala de representación
 Redes a las que pertenece el punto: P C I G H Ex U Ve

11 MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL

Fecha	Surgenca	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida

12 Sistema de Explotación:
 13 Zonas Húmedas:

14 Usuario **AGUAS DEL CONDADO**
 Nombre Propietario **JOSÉ MARIANO DOMÍNGUEZ** Tel. **959402495/11**
 Dirección **C/RA LA PALMA - ALMONTÉ (A. 493)** Localidad **LA PALMA DEL CONDADO**

15 OBSERVACIONES

16 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero
 Año en que se efectuó la modificación

17 Instruido por
 Fecha / /

Consumo anual (m ³ /año)	632.365	Días de bombeo	Todos
Caudal instantáneo (l/s)	14-15	Consumo municipio (m ³ /año)	2.529.459
Volumen diario (m ³ /día)	1.296	Entidad gestora	ALMONTÉ CONDADO AGUAS DEL CONDADO

**INVENTARIO
PUNTO ACUÍFERO**

1 N° de registro **1V9180061**
 N° de puntos descritos **02**
 Hoja topográfica 1/50.000
 Número

2 COORDENADAS Lambert
 X Y
 UTM
 Huso Sector X Y
22 28 18 **41 17 162**

3 Croquis acotado o mapa detallado

4 Cuenca hidrográfica **05**
 Unidad hidrogeológica **511**
 Sistema acuífero
 Provincia **CV**
 Término Municipal **ALMONTE**
 Toponimia **EL LOTO**

5 Objeto
 Cota **265**
 Referencia topográfica **Cta BMBOSVILLE**
 Naturaleza **SANDEO**
 Profundidad de la obra **61**
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación
 Trabajos aconsejados por
 Año de ejecución Profundidad **61**
 Reprofundizado el año Profundidad final **61**

8 MOTOR
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza **elctrobomba sumergible**
 Capacidad
 Marca y tipo

9 Utilización del agua **ABASTECIMIENTO**
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante **365** días

10 ¿Tiene perímetro de protección? **NO**
 Bibliografía del punto acuífero
 Documentos intercalados
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra
 Escala de representación
 Redes a las que pertenece el punto P C I G H Ex U Ve

11 MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL

Fecha	Surgencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida

12 Sistema de Explotación:
 13 Zonas Húmedas:

14 Usuario **JOSE AGUAS DEL CONDADO**
 Nombre Propietario **JOSÉ MARIANO DOMINGO** Tel: **959 402445/11**
 Dirección **CIAP LA PALMA - ALMONTE (A-493) Km.1,8** Localidad **LA PALMA DEL CONDADO**

15 OBSERVACIONES

16 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero
 Año en que se efectuó la modificación

17 Instruido por
 Fecha/...../.....

Consumo anual (m³/año)	632.365	Días de bombeo	Todos
Caudal instantáneo (l/s)	14-15	Consumo municipio (m³/año)	2.529.459
Volumen diario (m³/día)	1.296	Entidad gestora	MANCOMUNIDAD AGUAS DEL CONDADO

**INVENTARIO
PUNTO ACUÍFERO**

1 N° de registro **1142110430**
 N° de puntos descritos **01**
 Hoja topográfica 1/50.000
 Número

2 COORDENADAS Lambert
 X
 Y
 UTM
 Huso Sector X Y
 727981 **4116978**

3 Croquis acotado o mapa detallado

4 Cuenca hidrográfica **08**
 Unidad hidrogeológica **S1**
 Sistema acuífero
 Provincia **H.V.B.L.V.B.**
 Término Municipal **ALMORTE**
 Toponimia **V. M. T. A. L. A. G. R. A. M. A.**

5 Objeto
 Cota **15**
 Referencia topográfica **6.M.D.C.6.V.I.L.L.E.**
 6 Naturaleza **SANDEO**
 Profundidad de la obra **69**
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación
 Trabajos aconsejados por
 Año de ejecución Profundidad **69**
 Reprofundizado el año Profundidad final **69**

8 MOTOR
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza **ELECTROBOMBA SUMERGIBLE**
 Capacidad
 Marca y tipo

9 Utilización del agua **Asociativista**
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante **360** días

10 ¿Tiene perímetro de protección? **NO**
 Bibliografía del punto acuífero
 Documentos intercalados
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra
 Escala de representación
 Redes a las que pertenece el punto: P C I G H Ex U Ve

11 MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL

Fecha	Surgenza	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

12 Sistema de Explotación:
 13 Zonas Húmedas:

14 Usuario **AGUAS 002 CONDADO**
 Nombre Propietario **DESE MAGDALENA DOMINGO** Tel: **959 402443/11**
 Dirección **C/RA. LA PALMA - ALMORTE (A-493)** Localidad **LA PALMA DEL CONDADO**

15 OBSERVACIONES

16 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero
 Año en que se efectuó la modificación

17 Instruido por
 Fecha

Consumo anual (m³/año)	632.365	Días de bombeo	todos
Caudal instantáneo (l/s)	14-15	Consumo municipio (m³/año)	2.529.459
Volumen diario (m³/día)	1.296	Entidad gestora	MUNICIPIO DE AGUAS 002 CONDADO

**INVENTARIO
PUNTO ACUÍFERO**

① N° de registro **114250099**
 N° de puntos descritos **1**
 Hoja topográfica 1/50.000
 Número

② COORDENADAS Lambert
 X Y
 UTM
 Huso Sector X **29** Y **721490**
4116772

3 Croquis acotado o mapa detallado

4 Cuenca hidrográfica **05**
 Unidad hidrogeológica **511**
 Sistema acuífero
 Provincia **HUELVA**
 Término Municipal **ALMONTÉ**
 Toponimia **RYATA CAGRINA**

5 Objeto
 Cota **25**
 Referencia topográfica **B.M. BOA VILLA**

6 Naturaleza **SAN DSC**
 Profundidad de la obra **60**
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación
 Trabajos aconsejados por
 Año de ejecución Profundidad **60**
 Reprofundizado el año Profundidad final

8 MOTOR
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza **BLOCAE DORON**
 Capacidad **SUMERGIOLO**
 Marca y tipo

9 Utilización del agua
ABASTECIMIENTO
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante **365** días

10 ¿Tiene perímetro de protección? **NO**
 Bibliografía del punto acuífero
 Documentos intercalados
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra
 Escala de representación
 Redes a las que pertenece el punto: P C I G H Ex LI Ve

11 MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL

Fecha	surgencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida

12 Sistema de Explotación:
 13 Zonas Húmedas:

14 Usuario **AGUAS DEL COMANDO**
 Nombre Propietario **DES. HANUOL MARIAYE DONKOWITZ** Tel. **959 402445/11**
 Dirección **Ctra. La Palma Almonte (A-493)** Localidad **LA PALMA DEL COMANDO**

15 OBSERVACIONES

16 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero
 Año en que se efectuó la modificación

17 Instruido por
 Fecha/...../.....

Consumo anual (m ³ /año)	632.365	Días de bombeo	Todos
Caudal instantáneo (l/s)	14-15	Consumo municipio (m ³ /año)	2.579.49
Volumen diario (m ³ /día)	1.296	Entidad gestora	AGUAS DEL COMANDO

ANEXO III
FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

	Nombre	Tipo de actividad	Estado	Descripción	Datos de producción	Sustancias contaminantes
1		CULTIVOS INTENSIVOS	ACTIVOS	USO DE ABOCOS	VARIAS Hds	MITRATICOS. PLAGUICIDAS.
2						
3						
4						
5						
6						

	Residuos producidos	Residuos o material abandonado	Medidas de contencion existentes	Estado de las medidas	Observaciones
1	NIQUATOS PLASTICOS	PLASTICOS	No		ACERIO DE PLASTICOS EN LOS ALREDORES DEL SONIDO EUCALIPTO.
2					
3					
4					
5					
6					

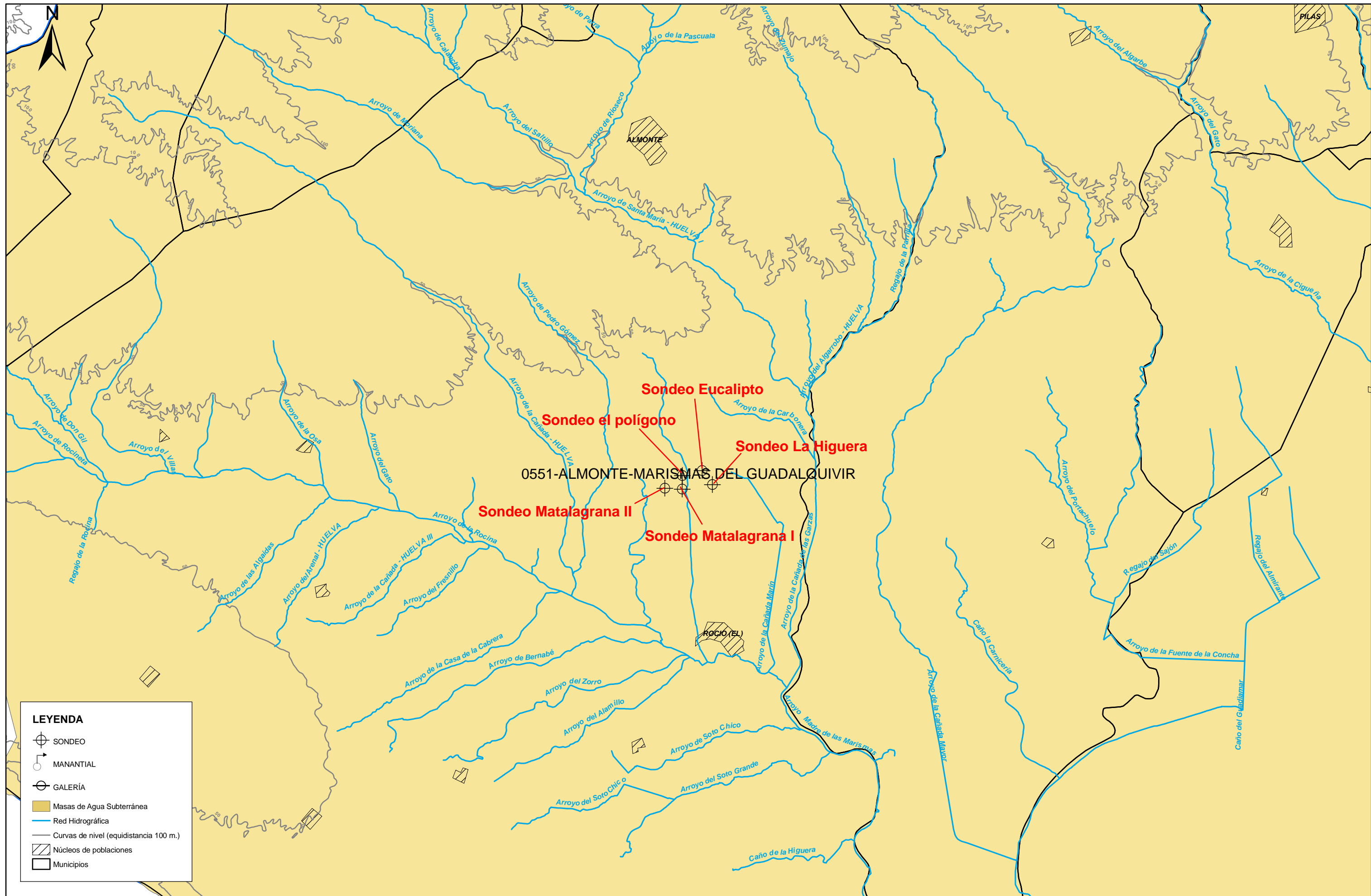
	Dirección	Término Municipal	Provincia	Coordenadas	Superficie	Superficie construida
1		ALMONTÉ	HUELVA	X=322818 Y=412162	VARIAS HCS	
2						
3						
4						
5						
6						

	Presencia de otros pozos/manantial	Distancia al cauce más próximo	Nombre del cauce	Posición respecto a la zona de recarga
1				AGUAS AROZISA Y AGUAS ABRIG.
2				
3				
4				
5				
6				









PLANOS

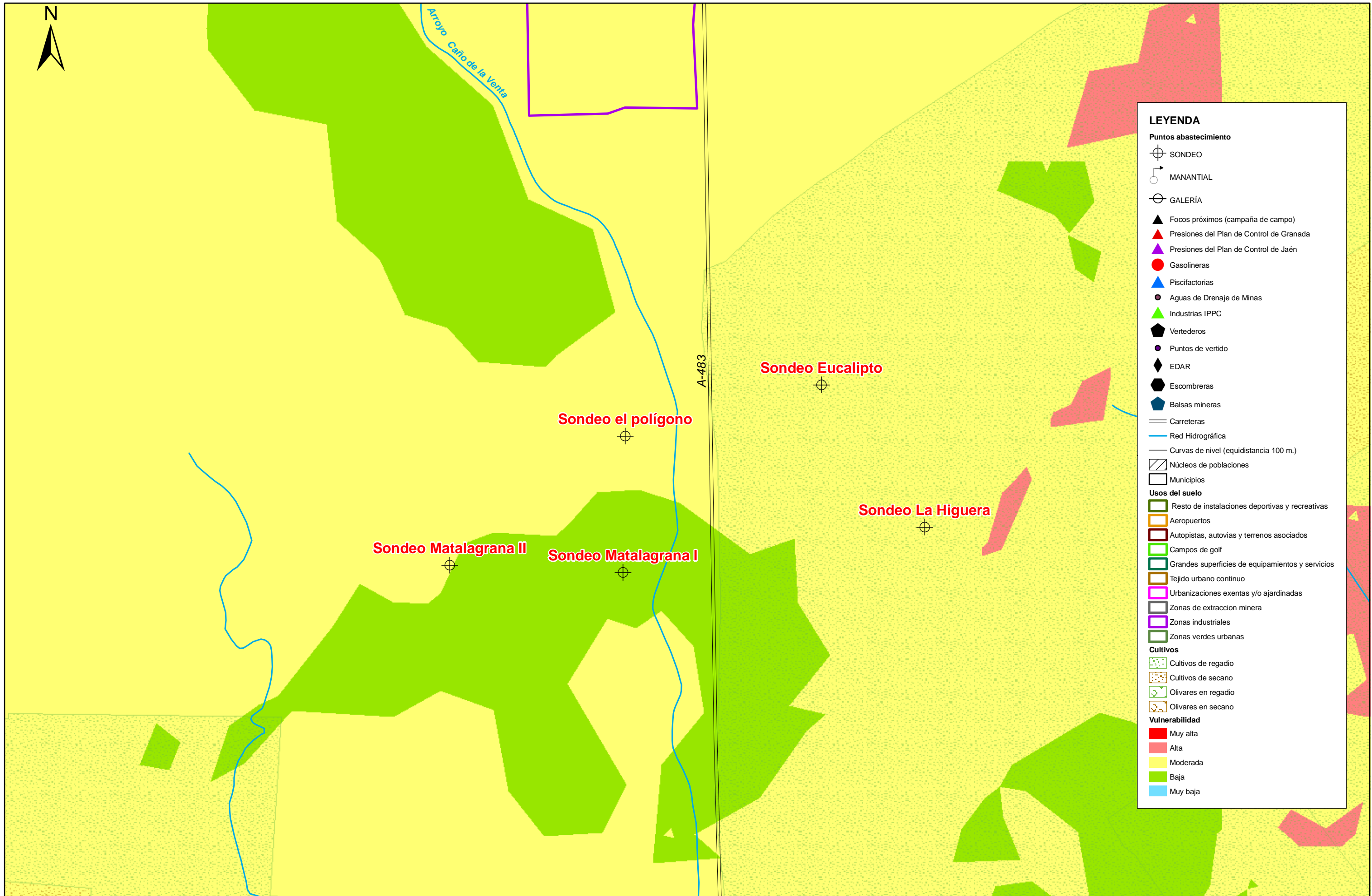
INDICE DE PLANOS

- Plano nº 1 - Situación de las captaciones de abastecimiento.
- Plano nº 2 - Mapa de vulnerabilidad y presiones.
- Plano nº 3 - Mapa del perímetro de protección.



LEYENDA

-  SONDEO
-  MANANTIAL
-  GALERÍA
-  Masas de Agua Subterránea
-  Red Hidrográfica
-  Curvas de nivel (equidistancia 100 m.)
-  Núcleos de poblaciones
-  Municipios



LEYENDA

Puntos abastecimiento

- ⊕ SONDEO
- MANANTIAL
- ⊖ GALERÍA
- ▲ Focos próximos (campana de campo)
- ▲ Presiones del Plan de Control de Granada
- ▲ Presiones del Plan de Control de Jaén
- Gasolineras
- ▲ Piscifactorias
- Aguas de Drenaje de Minas
- ▲ Industrias IPPC
- Vertederos
- Puntos de vertido
- ◆ EDAR
- Escombreras
- Balsas mineras
- Carreteras
- Red Hidrográfica
- Curvas de nivel (equidistancia 100 m.)
- ▨ Núcleos de poblaciones
- Municipios

Usos del suelo

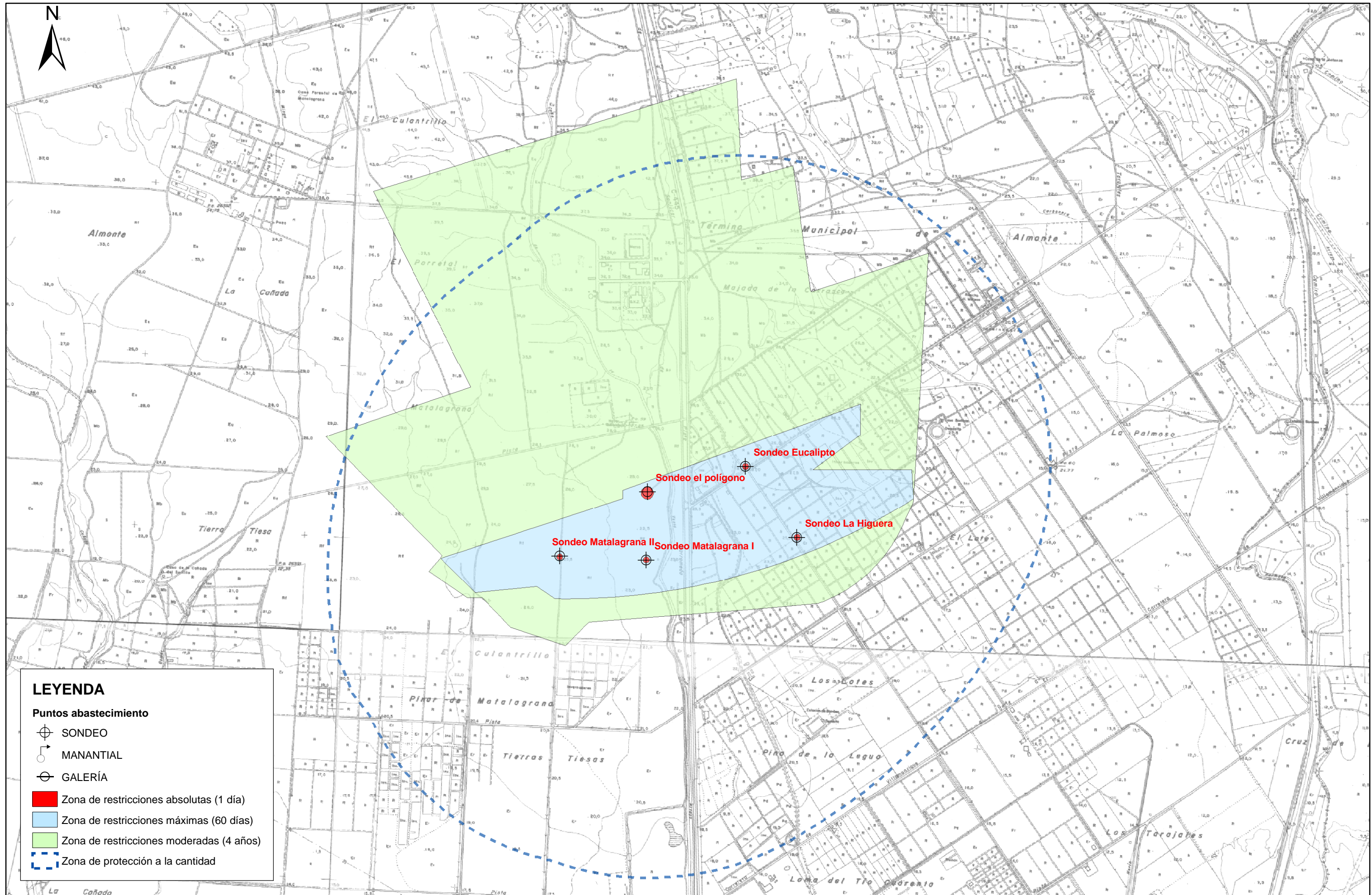
- ▨ Resto de instalaciones deportivas y recreativas
- ▨ Aeropuertos
- ▨ Autopistas, autovías y terrenos asociados
- ▨ Campos de golf
- ▨ Grandes superficies de equipamientos y servicios
- ▨ Tejido urbano continuo
- ▨ Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas
- ▨ Zonas de extracción minera
- ▨ Zonas industriales
- ▨ Zonas verdes urbanas

Cultivos

- ▨ Cultivos de regadio
- ▨ Cultivos de secano
- ▨ Olivares en regadio
- ▨ Olivares en secano

Vulnerabilidad

- Muy alta
- Alta
- Moderada
- Baja
- Muy baja



LEYENDA

- Puntos abastecimiento**
- ⊕ SONDEO
 - MANANTIAL
 - ⊖ GALERÍA
- Zona de restricciones absolutas (1 día)
 - Zona de restricciones máximas (60 días)
 - Zona de restricciones moderadas (4 años)
 - Zona de protección a la cantidad