

**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DE LOS SONDEOS
ESTACIÓN ELÉCTRICA, EL POLÍGONO, EL RINCÓN, LOS
LLANOS, SEVILLANA 1 y SEVILLANA 2, DE
ABASTECIMIENTO DE LA ALDEA DEL ROCÍO EN EL
TERMINO MUNICIPAL DE ALMONTE (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	DEPÓSITOS Y CONDUCCIONES	7
2.3	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO	7
2.3.1.	<i>Importancia de la captación</i>	7
2.3.2.	<i>Volúmenes y caudales captados.....</i>	7
3.	GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	8
3.1	MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	8
3.2	LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	11
3.3	PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA	12
3.4	FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO	13
3.5	HIDROQUÍMICA DEL SECTOR	15
4.	FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN.....	18
4.1	ORIGEN DE LA INFORMACIÓN SOBRE PRESIONES Y FOCOS DE CONTAMINACIÓN.	18
4.2	INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	19
4.2.1.	<i>Actividad agrícola.....</i>	19
4.2.2.	<i>Actividad ganadera.....</i>	19
4.2.3.	<i>Actividad Industrial</i>	20
4.2.4.	<i>Residuos sólidos urbanos.....</i>	20
4.2.5.	<i>Aguas Residuales</i>	20
4.2.6.	<i>Otros focos de contaminación.....</i>	21
4.3	FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LA CAPTACIÓN	21
4.4	INDICIOS DE FOCOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES	22
5.	VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN.....	24
5.1	VULNERABILIDAD EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA.	24
5.2	RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN.....	25
5.2.1.	<i>Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad.....</i>	26
5.2.2.	<i>Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad y el riesgo</i>	26
6.	DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN.....	29
6.1	ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO.....	29
6.1.1.	<i>Análisis hidrogeológico y geometría del acuífero</i>	29

6.1.2.	<i>Funcionamiento (Isopiezas y líneas de flujo)</i>	29
6.2	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS).....	30
6.3	ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN	33
6.4	ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	33
6.5	ZONAS DE RESTRICCIONES MÁXIMAS.....	34
6.6	ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS.....	35
6.7	ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD.....	35
7.	RED DE CONTROL Y VIGILANCIA	37
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
9.	REFERENCIAS	40

ANEXOS

ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO II: FICHAS DE CAMPO DE LA CAPTACIÓN

ANEXO III: FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

PLANOS

PLANO 1: SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO

PLANO 2: MAPA DE VULNERABILIDAD Y PRESIONES

PLANO 3: MAPA DE DELIMITACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

1. **INTRODUCCIÓN**

El presente informe corresponde a la delimitación y justificación técnica de los perímetros de protección de los sondeos Estación eléctrica, El Polígono, El Rincón, Los Llanos, Sevillana 1 y Sevillana 2, que abastecen a la aldea del Rocío en término municipal de Almonte en la provincia de Huelva.

La realización de este informe se enmarca dentro de “ESTABLECIMIENTO DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN Y ZONAS DE SALVAGUARDA EN CAPTACIONES PARA CONSUMO HUMANO EN MASAS DE AGUA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR” realizada por el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, IGME, por medio de su departamento de Investigación en Recursos Geológicos, en cumplimiento de los requerimientos de la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua (DMA), que contempla como actividad 9 la “Protección de las aguas empleadas para consumo humano”.

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 un kilómetro al noroeste de la aldea del Rocío situados en término municipal de Almonte dentro del paraje La Rocina, próximo a la carretera de Almonte-el Rocío (A-493). Estas captaciones cortan la Masa de Aguas Subterráneas 05.51 Almonte-Marismas.

La gestión del agua la realiza la empresa AQUALIA cuya sede social se encuentra en la aldea del Rocío en la calle Ajolí nº 90.

En el plano 1 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 seis captaciones objeto del presente perímetro de protección, que forman parte del sistema de abastecimiento de la aldea del Rocío.

De estos seis sondeos, dos (sondeo estación eléctrica y sondeo del polígono) están en funcionamiento todo el año, el resto solamente funcionan como puntos de apoyo durante la semana de la romería del Rocío.

- **Sondeo estación eléctrica (114210049).**

Corresponde al sondeo del IARA V-5-4 y capta materiales detríticos pertenecientes a la MAS. 05.51 "Almonte-Marismas". Tiene una profundidad de 101 m y unos diámetros de perforación de 500 mm. Está entubado con tubería metálica de 450 mm de diámetro de 0 a 84 m. Se sitúa a cota de emboquille 17 msnm El nivel estático se situaba en febrero de 2009 a 11,85 m de profundidad, a una cota aproximada de 5,15 msnm Está equipado con una electrobomba sumergible.

- **Sondeo del polígono (114150075).**

Corresponde al sondeo del IARA V-2-1 y capta materiales detríticos pertenecientes a la MAS 05.51 "Almonte-Marismas", abastece un polígono industrial situado unos 1000 m. al norte Tiene una profundidad de 39 m y unos diámetros de perforación de 600 mm. Está entubado con tubería metálica de 450 mm de diámetro de 0 a 39 m. Se sitúa a cota de emboquille 25 msnm y está equipado con una electrobomba sumergible.

- **Sondeo Los Llanos (114210169).**

Sondeo de apoyo que se utiliza solamente durante la semana de la romería del Rocío. La profundidad es de 70 m. y está entubado con tubería de PVC de 450 mm de diámetro de 0 a 70 m. y está equipado con electrobomba sumergible. El nivel estático se situaba en febrero de 2009 a 7,31 m. de profundidad.

- **Sondeo El Rincón (114210033).**

Sondeo de apoyo que se utiliza solamente durante la semana de la romería del Rocío. Corresponde al sondeo del IARA V-8-3. Tiene una profundidad de 101,05 m y unos diámetros de perforación de 560 mm. Está entubado con tubería metálica de 450 mm de diámetro de 0 a 100 m. Se sitúa a cota de emboquille 10 msnm El nivel estático se situaba en enero de 2009 a 13,05 m de profundidad, a una cota aproximada de -3,05 msnm.

- **Sondeo Sevillana 1 y Sevillana 2.**

Sondeos de apoyo que se utilizan solamente durante la semana de la romería del Rocío y están situados en línea al norte del sondeo del Rincón.

Está equipado con una electrobomba sumergible de 60 CV. El sondeo dispone de tubo piezométrico para el control de los niveles estático y dinámico, de caudalímetro para la medida del caudal bombeado y de espita tomamuestras.

2.2 DEPÓSITOS Y CONDUCCIONES

El agua captada en los sondeos es conducida a los depósitos situados en el Rocío desde allí se distribuye a toda la aldea

Las conducciones están constituidas por fibrocemento o fundición presentando un diámetro de 500 mm. Estas recorren unos 1000 m desde los puntos de abastecimiento hasta los depósitos.

2.3 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO

2.3.1. Importancia de la captación

La aldea del Rocío perteneciente a Almonte demanda anualmente unos 100.000 m³de agua (datos aportados por la Norma de explotación para el año 2001 de la unidad hidrogeológica 05.51 Almonte-Marismas) para una población estable de unos 212 habitantes y ocasional que sobrepasa los 100.000 habitantes durante la semana de Romería (datos aportados por AQUALIA).

Los puntos de abastecimiento cubren el 100% de la demanda total de la población que abastece.

2.3.2. Volúmenes y caudales captados

El sondeo de la estación eléctrica es el único sondeo que está en funcionamiento la mayor parte del año, quedando su funcionamiento restringido durante la noche, con un caudal de extracción de 200 m³/hora. El resto de los sondeos son de apoyo estando su uso limitado a la semana de la Romería del Rocío en función de la demanda de agua.

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 (ver figura nº 1).

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 compone 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.

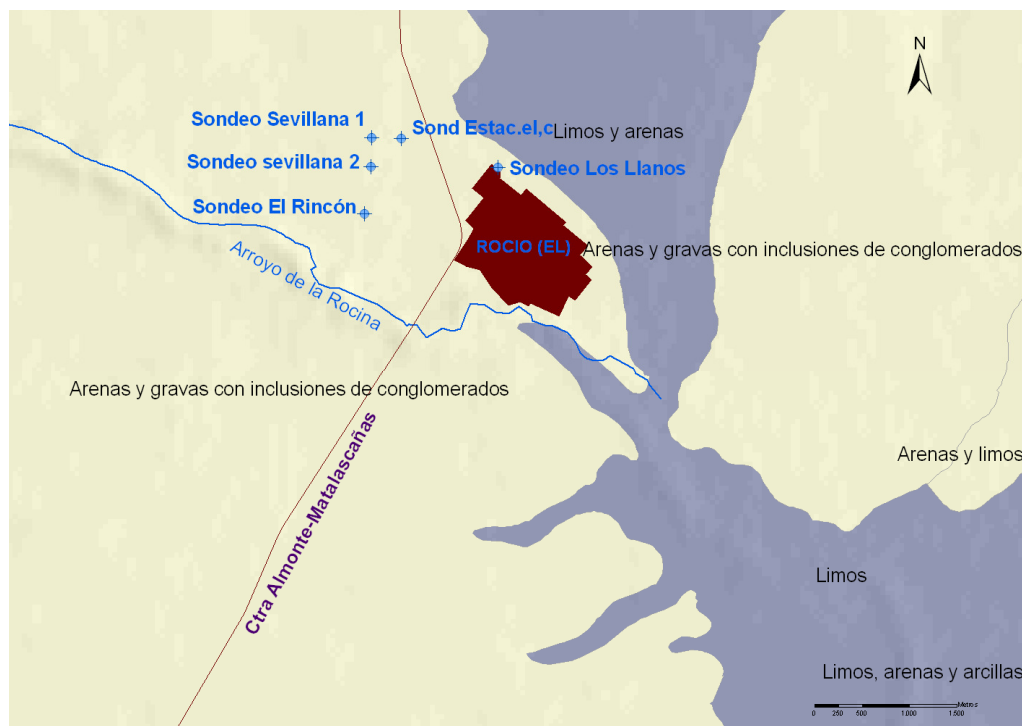


Fig. 1 Geología de la zona.

Desde el punto de vista hidrogeológico la zona de estudio se encuentra 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 (ver figura nº 2).

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 m²/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 m²/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 m²/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 m²/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 hm³/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 a la aldea del Rocío (Almonte) "Aqualia" no ha facilitado ningún dato de análisis de agua por lo que se ha hecho uso de datos de la Base de datos del IGME. Solamente se dispone de análisis del sondeo estación eléctrica (nº de registro IGME 114210049) cuyo análisis más reciente es de fecha del 10 de diciembre del 2002.

Tabla nº 1. Análisis químicos de la calidad del agua del sondeo de abastecimiento del Rocío nº 114210049

PUNTO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
	(mg/l)									µS/cm		
114210049	53	14	44	0	25	30	8	16	1	280	7	14/04/1993
	46	9	52	0	18	24	7	16	2	256	7,5	15/10/1993
	38	8	100	5	9	21	11	25	2	280	8,4	15/04/1994
	51	9	65	0	17	28	7	19	3	287	7,3	20/10/1994
	54	19	29	0	26	33	5	21	2	318	6,9	18/04/1995
	46	12	53	0	20	30	7	19	2	255	7,4	13/11/1995
	55	13	44	0	18	29	5	18	2	284	6,8	02/05/1996
	47	15	40	0	12	28	9	10	2	253	7,6	10/10/1996
	51	6	45	0	13	26	5	17	2	240	7	28/04/1997
	52	19	58	0	17	22	10	25	2	268	6,8	22/10/1997
	54	11	41	0	17	29	7	15	2	261	6,8	21/04/1998
	57	2	45	0	26	30	7	18	3	295	6,5	11/05/1998
	55	31	50	0	28	32	8	25	3	303	7,7	28/10/1998
	55	23	43	0	28	34	7	19	2	323	7,4	04/11/1999
	53	5	54	0	16	27	5	19	2	273	7,3	06/04/2000
	53	13	45	0	17	24	8	19	2	256	7,9	25/10/2000
	56	10	58	0	19	33	7	23	2	274	7,6	10/04/2001
	59	14	48	0	27	32	12	16	2	307	7,1	06/11/2001
48	7	83	0	13	23	7	32	2	303	7,2	10/12/2002	

Las aguas que presenta la captación son de buena calidad, de mineralización media a baja con concentraciones medias de nitratos de 20 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 114210049 en distintos años se han representado en un diagrama de Piper-Hill-Langelier (ver figura nº 3).

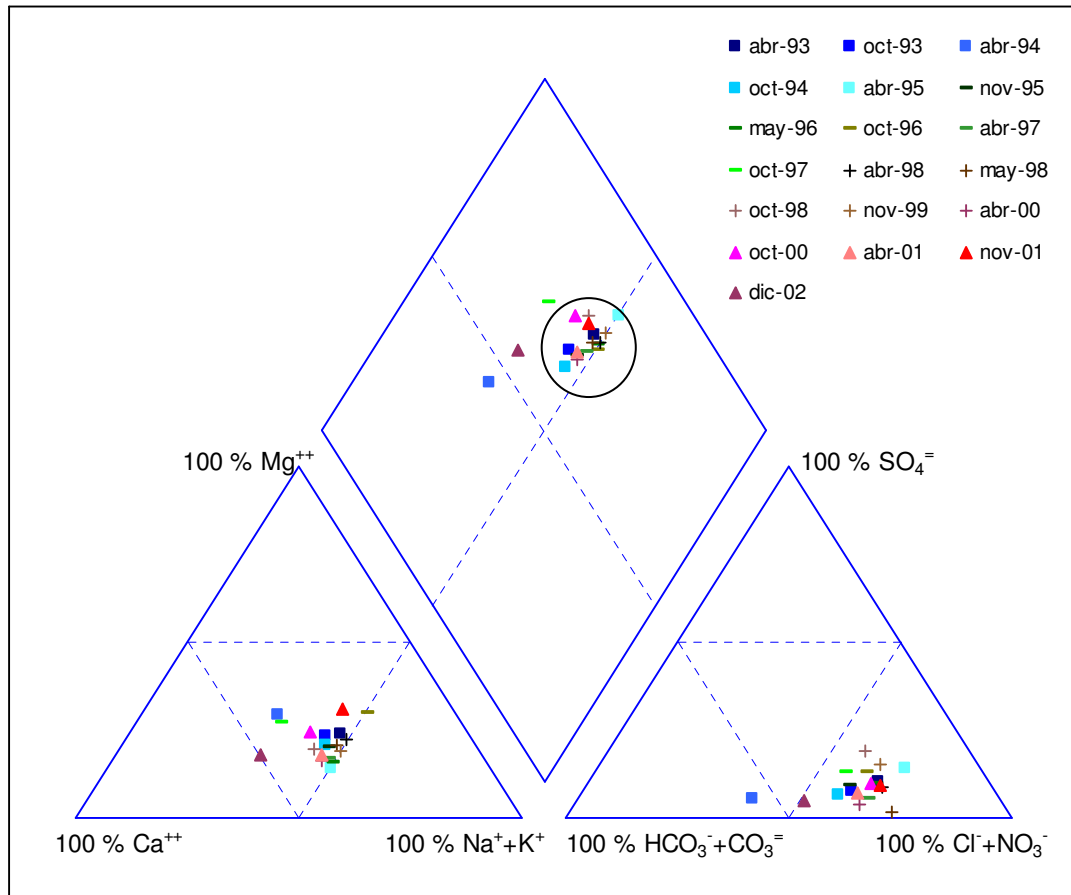


Fig. 3 Diagrama de Piper-Hill-Langelier de la captación nº 114210049.

Como se puede observar en el diagrama de Piper-Hill-Langelier la captación presenta aguas con facies clorurada sódico-cálcica, salvo algunas excepciones, que presenta una facies algo más bicarbonatada sódico-cálcica.

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 es el siguiente:

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 siguiente tabla:

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

El término municipal de Almonte presenta una importante actividad industrial, en lo que se refiere a actividades agropecuarias. Estas industrias se suelen situar en las mismas zonas de producción agrícola por lo que existe una estrecha relación entre una actividad y otra.

En las inmediaciones de la zona de las captaciones existente un polígono a unos 3 kilómetros 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

Las aguas residuales son tratadas en la depuradora situada a 500 m. al NE de la aldea del Rocío.

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 El rocío es el uso del suelo y las actividades derivadas, sobre todo el cultivo permanente de fresas y frambuesas por regadío.

En la figura nº 4 se muestra la situación de los puntos de abastecimiento y su entorno con los posibles focos de contaminación.



Fig. 4 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 detríticas, 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.

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.

La vulnerabilidad frente a la contaminación en los puntos de abastecimiento se ha definido mediante el análisis de la distribución de este parámetro en el entorno y áreas de recarga. Los valores de vulnerabilidad son los correspondientes al método DRASTIC.

5.1 VULNERABILIDAD EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA.

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.

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

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.

La fuente principal de contaminación tiene su origen en las actividades agrícolas con el uso de fertilizantes y productos fitosanitarios.

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	Moderada-baja

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 sondeos estación eléctrica, el polígono, el rincón, los llanos, sevillana 1 y sevillana 2 objeto del perímetro de protección:

Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad y el riesgo en los puntos de abastecimiento El Polígono, Estación eléctrica, Los Llanos y Sevillana 1.

FOCO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN	H	Qn	Rf	HI	Clase de peligrosidad	Vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Cultivos Intensivos de regadío	30	1,0	1	30	Baja	Moderada	Bajo

Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad y el riesgo en los puntos de abastecimiento Sevillana 2 y El Rincón.

FOCO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN	H	Qn	Rf	HI	Clase de peligrosidad	Vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Cultivos Intensivos de regadío	30	1,0	1	30	Baja	Baja	Bajo

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

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

6.1 ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO.

6.1.1. Análisis hidrogeológico y geometría del acuífero

Desde el punto de vista hidrogeológico, los puntos de abastecimiento del Rocío captan aguas de limos y arenas Mioceno-Pliocenas, con permeabilidades de conjunto medias ($K=2-8$ m/día). En el punto nº 114150075 (Sondeo Polígono) se obtuvo una transmisividad de $596,5$ m²/d, en el punto nº 114210049 (Sondeo estación eléctrica) de $328,3$ m²/d y en el punto nº 114210033 de $195,3$ 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 permite definir el sentido y la dirección del flujo subterráneo que tiene sentido noreste-suroeste. El arroyo de la Rocina situado a unos 100 m. al sur de la zona de los puntos de abastecimiento actúa como divisoria de aguas (ver figura nº 5).

La cota piezométrica de los puntos de la zona está entorno a los 5 m. (s.n.m).

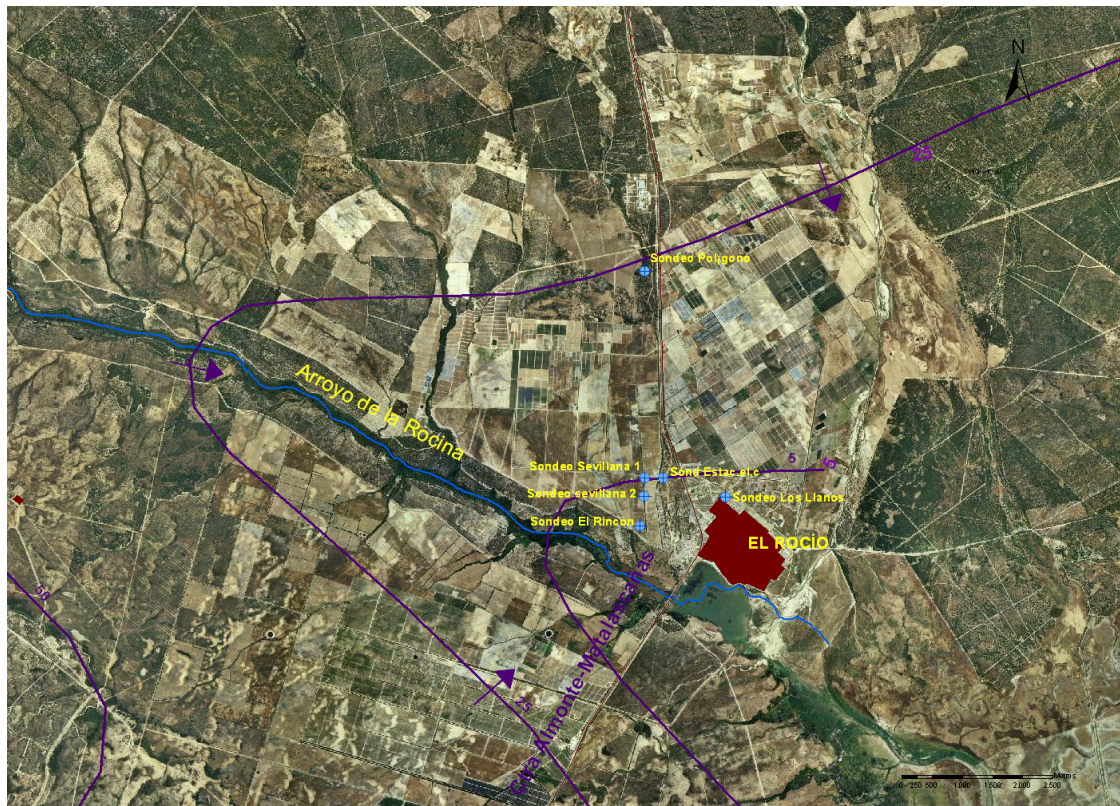


Fig. 5 Esquema del flujo subterráneo.

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 = perabilidad 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 l 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 siguientes datos de partida en las captaciones de El Rocío

Parámetros hidráulicos obtenidos en el propio sondeo Rincón (114210033) para establecer su perímetro de protección.

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q _l	50	Estimación propia
Transmisividad (m ₂ /día)	T	195,3	Ficha IGME
Espesor total zonas transmisivas (m)	b	80	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	2,5	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	722248	Medición con GPS
Latitud captación (UTM) Huso 29	m	4112707	Medición con GPS

Parámetros hidráulicos obtenidos en el propio sondeo Polígono (114150075) para establecer su perímetro de protección.

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q _l	85	Ficha IGME
Transmisividad (m ₂ /día)	T	195,3	Ficha IGME
Espesor total zonas transmisivas (m)	b	80	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	2,5	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	721979	Medición con GPS
Latitud captación (UTM) Huso 29	m	41173800	Medición con GPS

Parámetros hidráulicos obtenidos en el propio sondeo Estación eléctrica (114110049) para establecer su perímetro de protección.

	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	Q _l	55	Datos de AQUALIA
Transmisividad (m ₂ /día)	T	330	Ficha IGME
Espesor total zonas transmisivas (m)	b	80	Estimación propia
Permeabilidad (m/día)	K	2,5	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	751999	Medición con GPS
Latitud captación (UTM) Huso 29	m	41551840	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 la tabla siguiente.

El Rocío (Almonte)	114210033	114210049	1141-50075
X _o o radio de llamada (m)	354	625	430
B o ancho de llamada (m)	2.225	3.927	2.700
B' o ancho de llamada a la altura de la captación (m)	1.113	1.964	1.350
V _e o velocidad eficaz (m/día)	1,18	0,39	0,63

En el sondeo Los Llanos al no disponer de datos de parámetros hidráulicos se ha utilizado por proximidad los datos del sondeo de la estación eléctrica para delimitar los perímetros de protección. En cambio en los sondeos sevillana 1 y 2 se han utilizado los datos del sondeo el Rincón.

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.

El Rocío (Almonte)	114210033	114210049	1141-50075
S ₁ aguas arriba (m)	22	24	29
S ₁ aguas abajo (m)	22	23	28

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 la tabla siguiente.

El Rocío (Almonte)	114210033	114210049	1141-50075
S ₂ aguas arriba (m)	184	200	262
S ₂ aguas abajo (m)	160	162	191

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 la tabla siguiente.

El Rocío (Almonte)	114210033	114210049	1141-50075
S ₃ aguas arriba (m)	1.160	1.429	2.210
S ₃ aguas abajo (m)	602	537	537

Debido a los valores estimados, se opta por delimitar esta zona mediante criterios hidrogeológicos. Esta zona coincidirá con la poligonal envolvente.

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. Este perímetro queda restringido al sur por el arroyo de la Rocína que drena el acuífero y por lo tanto, para cualquier captación existente en el margen opuesto su radio de acción termina en el arroyo.

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

El Rocío (Almonte)	114210033	114210049	1141-50075
T(m ₂ /día)	195,3	330	600
t (días)	120	120	120
S	0,035	0,035	0,035
R	1.230	3.570	2.150

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 1.230 a 3.570 m.

Dadas las características hidrogeológicas del acuífero se delimitará una zona de protección de la cantidad para las captaciones de abastecimiento de 3600 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 llevará 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

No se ha detectado focos de contaminación que pueden poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector, a excepción de la contaminación que pueda aportar las 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.

La Gestión Hidráulica del Parque Nacional de Doñana. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

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.

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

Instituto Nacional de Estadística de Andalucía;
<http://www.juntadeandalucia.es:9002/sima/htm/sm21005.htm>

ANEXOS

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Sondeo de abastecimiento estación eléctrica (1142-1-0049).



Sondeo de abastecimiento estación eléctrica (1142-1-0049).



Sondeo de apoyo Los Llanos (1142-1-0169).



Sondeo de apoyo Los Llanos (1142-1-0169).



Sondeo de apoyo El polígono (1141-5-0075).

ANEXO II
FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

**INVENTARIO
PUNTO ACUÍFERO**

① Nº de registro **114210169**
 Nº de puntos descritos **01**
 Hoja topográfica 1/50.000
 Número

② **COORDENADAS Lambert**
 X Y
 UTM
 Huso Sector X Y
29 **752997** **4156211**

3 Croquis acotado o mapa detallado

④ Cuenca hidrográfica **GUARDEOLA**
 Unidad hidrogeológica **915**
 Sistema acuífero **AL MONTE MPAISANS**
 Provincia **UVOLVA**
 Término Municipal **AL MONTE**
 Toponimia

⑤ Objeto
 Cota
 Referencia topográfica
 Naturaleza **SCUDO**
 Profundidad de la obra **70**
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

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

⑧ **MOTOR**
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza **ELECTRODINÁMICA**
 Capacidad
 Marca y tipo

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

⑩ ¿Tiene perímetro de protección?
 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	Surgenca	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida
19/02/09	<input type="checkbox"/>	7.32			
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				

⑫ Sistema de Explotación:
 ⑬ Zonas Húmedas:

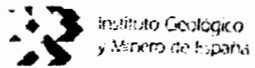
⑭ Usuario
 Nombre Propietario **AYUNTAMIENTO ALMONTE** Tel:
 Dirección Localidad

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)		Días de bombeo	UNA SUMMA AL AÑO
Caudal instantáneo (l/s)	33	Consumo municipio (m³/año)	100.000
Volumen diario (m³/día)		Entidad gestora	AGUALIP



**INVENTARIO
PUNTO ACUÍFERO**

1
Nº de registro 114150070
Nº de puntos descritos 01
Hoja topográfica 1/50.000
Número

2
COORDENADAS Lambert
X
Y
UTM
Huso Sector X Y
29 721979 4117380

3
Croquis acotado o mapa detallado

4
Cuenca hidrográfica 08
Unidad hidrogeológica S11
Sistema acuífero ALMORIC MADRISNAS
Provincia HVOLA
Término Municipal ALMORIC
Toponimia

5
Objeto
Cota 25
Referencia topográfica En la calle
6
Naturaleza SOND
Profundidad de la obra 39
Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7
Tipo de perforación
Trabajos aconsejados por
Año de ejecución Profundidad 39
Reprofundizado el año Profundidad final

8
MOTOR
Naturaleza
Tipo equipo de extracción
Potencia cv

BOMBA
Naturaleza ELÉCTRICA
Capacidad 5000 G-100
Marca y tipo

9
Utilización del agua ABASTEC. EN LA ZONA
Cantidad extraída (Dm³)
Durante 365 días

10
¿Tiene perímetro de protección? WA
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	Surgenca	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m ³ /h	Cota absoluta del agua	Método de medida
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		

12 Sistema de Explotación:

13 Zonas Húmedas:

14
Usuario
Nombre Propietario AYUNTAMIENTO ALMORIC Telf.
Dirección Localidad

15 OBSERVACIONES ABASTEC. EN LA ZONA
ALMORIC

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

17
Instruido por
Fecha 1/1/

Consumo anual (m ³ /año)	<u>1000</u>	Días de bombeo	<u>365</u>
Caudal instantáneo (l/s)		Consumo municipio (m ³ /año)	<u>100.000</u>
Volumen diario (m ³ /día)		Entidad gestora	<u>AYUNTAMIENTO</u>

Instituto Geológico y Minero de España

INVENTARIO PUNTO ACUÍFERO

1 Nº de registro **114210033**

2 COORDENADAS Lambert

X Y

UTM

Huso Sector X Y

722248 **4112707**

3 Croquis acotado o mapa detallado

4 Cuenca hidrográfica **GUARALQUIVIR** **05**

Unidad hidrogeológica **51**

Sistema acuífero

Provincia **HUELVA**

Término Municipal **ALMONTÉ**

Toponimia

5 Objeto

Cota **110**

Referencia topográfica **Eubagilla**

6 Naturaleza **S.C.N.D.E.O.**

Profundidad de la obra **101105**

Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación

Trabajos aconsejados por

Año de ejecución Profundidad **101.25**

Reprofundizado el año Profundidad final

8 MOTOR

Naturaleza

Tipo equipo de extracción

Potencia **cv**

BOMBA

Naturaleza **Eléctrica**

Capacidad **Suav. de.**

Marca y tipo

9 Utilización del agua **ABASTECIMIENTO**

Cantidad extraída (Dm³)

Durante días

10 ¿Tiene perímetro de protección?

Bibliografía del punto acuífero

Documentos intercalados

Entidad que contrata y/o ejecuta la obra

Escala de representación

Redes a las que pertenece el punto

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
13/03/09	<input type="checkbox"/>	13.05	<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="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		

12 Sistema de Explotación:

13 Zonas Húmedas:

14 Usuario **AQUALIA**

Nombre Propietario **AYUNTAMIENTO ALMONTÉ** Telf.

Dirección **C/ Pje. N° 90** Localidad **EL ROLIC, ALMONTÉ**

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)	100-000	Días de bombeo	UNA SEMANA AL AÑO.
Caudal instantáneo (l/s)		Consumo municipio (m ³ /año)	
Volumen diario (m ³ /día)		Entidad gestora	AQUALIA



Instituto Geológico y Minero de España

INVENTARIO

PUNTO ACUÍFERO

1
 Nº de registro
 Nº de puntos descritos
 Hoja topográfica 1/50.000
 Número

2
COORDENADAS Lambert
 X Y
UTM
 Huso Sector X Y
 722927 **4112700**

Croquis acotado o mapa detallado

3 4
Cuenca hidrográfica
 Unidad hidrogeológica **05**
 Sistema acuífero **511**
 Provincia **HVBLVP**
 Término Municipal **Bl. Mor 17**
 Toponimia

5
 Objeto
 Cota
 Referencia topográfica

6
 Naturaleza
 Profundidad de la obra
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

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

8 **MOTOR**
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza **GLUCEROL**
SUPERE-1 M
 Capacidad **20 CV**
 Marca y tipo

9
 Utilización del agua
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante días

10
 ¿Tiene perímetro de protección?
 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 ³ /h	Cota absoluta del agua	Método de medida
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

12 Sistema de Explotación:
 13 Zonas Húmedas:

14
 Usuario
 Nombre Propietario Telf.
 Dirección Localidad

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)		Días de bombeo	UNA SUMA A RECAER
Caudal instantáneo (l/s)		Consumo municipio (m ³ /año)	
Volumen diario (m ³ /día)		Entidad gestora	

ANEXO III
FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

	Nombre	Tipo de actividad	Estado	Descripción	Datos de producción	Sustancias contaminantes
1		CULTIVES INTENSIVAS	ACTIVS	USO DE ABOVO	VNALES	MIBRADES PLAGUICIDAS
2						
3						
4						
5						
6						

	Residuos producidos	Residuos o material abandonado	Medidas de contencion existentes	Estado de las medidas	Observaciones
1	PERSONAS	PLASTICAS	No		
2					
3					
4					
5					
6					

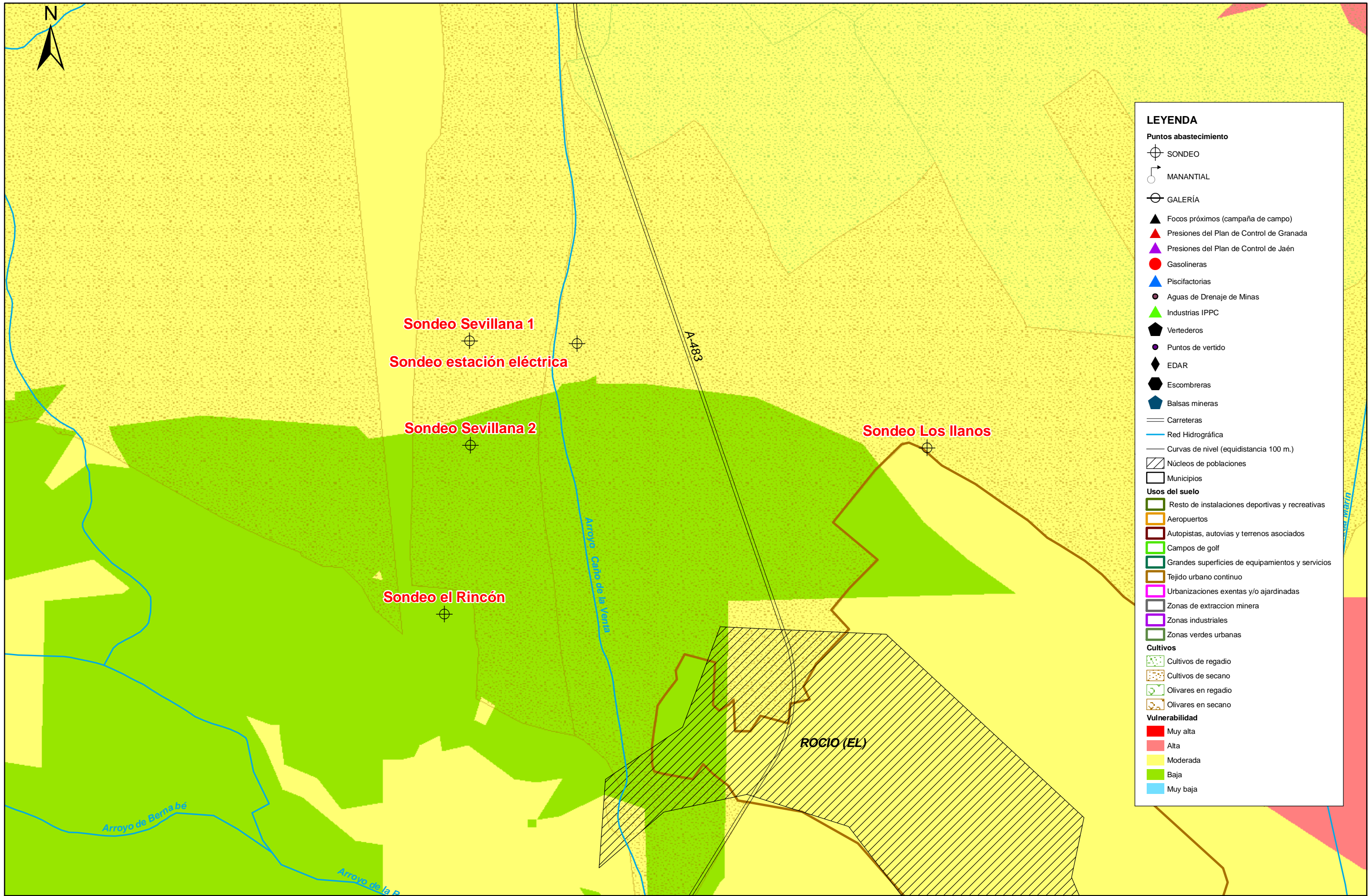
	Dirección	Termino Municipal	Provincia	Coordenadas	Superficie	Superficie construida
1		ALMORAB	AVILA		VRQ125	
2						
3						
4						
5						
6						

	Presencia de otros pozos/manantial	Distancia al cauce más próximo	Nombre del cauce	Posición respecto a la zona de recarga
1				AVILA ARRIBA
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

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

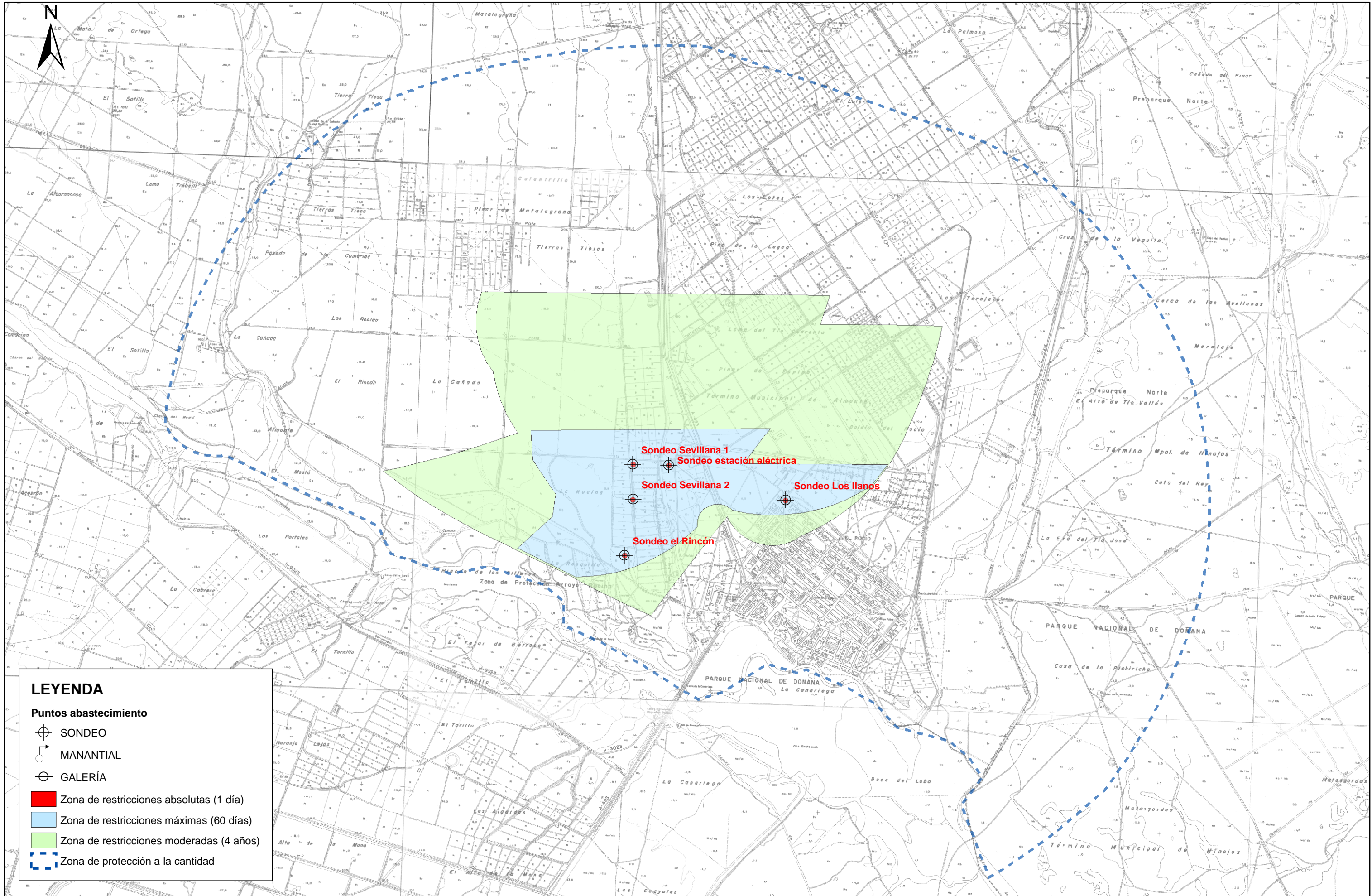
- Resto de instalaciones deportivas y recreativas
- Aeropuertos
- Autopistas, autovías y terrenos asociados
- Campos de golf
- Grandes superficies de equipamientos y servicios
- Tejido urbano continuo
- Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas
- Zonas de extracción minera
- Zonas industriales
- Zonas verdes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