

4. ESTUDIOS PREVIOS

4.1. Situación actual del abastecimiento

- 4.1.1. Puntos de abastecimiento**
- 4.1.2. Conducciones de agua potable**
- 4.1.3. Depósito de regulación y distribución**
- 4.1.4. Red de alcantarillado**
- 4.1.5. Estaciones depuradoras**

4.2. Demanda urbana

- 4.2.1. Datos de población y su evolución**
- 4.2.2. Volúmenes consumidos**

4.3. Aspectos económicos

4.4. Ordenación del territorio

4.5. Marco geológico

- 4.5.1. Cartografía**
- 4.5.2. Litoestratigrafía**
- 4.5.3. Tectónica**

4.6. Hidrogeología

4.6.1. Marco hidrogeológico

4.6.2. Acuíferos captados por los puntos de abastecimiento

- A. Geometría
- B. Tipo de acuífero
- C. Funcionamiento hidrogeológico
- D. Piezometría
- E. Hidroquímica

4.6.3. Hidrogeología en el entorno de las captaciones

- A. Materiales acuíferos*
- B. Evolución piezométrica*
- C. Flujo subterráneo*
- D. Características hidrodinámicas*
- E. Calidad del agua*

4. ESTUDIOS PREVIOS

Para la delimitación de un perímetro de protección es necesario, en primer lugar, realizar aquellos estudios previos que proporcionen la información necesaria para poder aplicar posteriormente los diferentes métodos de valoración existentes.

En los siguientes apartados se analizan detalladamente los datos que deben obtenerse.

4.1. Situación actual del abastecimiento

Debe conocerse la situación actual en la que se encuentra el abastecimiento a la población, describiendo las características de las captaciones de agua desde las que se realiza, conducciones de distribución del agua potable y alcantarillado, los depósitos de almacenamiento y distribución, así como los sistemas y características de las depuradoras de aguas residuales existentes.

Todos estos elementos quedarán reflejados en un plano que permita obtener una imagen de conjunto. La escala, empleada variará según la complejidad de la población; no obstante, se recomienda la 1:10.000, si bien en determinados casos sea necesario emplear escalas de hasta 1:50.000 dada la gran dispersión de las instalaciones.

En las figuras 2 y 3 se muestran varios ejemplos de esquemas de situación del abastecimiento urbano.

El anexo 10.4 contiene diversos modelos de ficha que permiten sintetizar dicha información de una manera estandarizada.

Los datos que deben ser considerados en cada uno de los elementos de que consta el abastecimiento a una población son los siguientes:

4.1.1. Puntos de abastecimiento

El suministro de agua potable puede realizarse en base a aguas superficiales y/o subterráneas. Como se indica en el apartado 2.1, el Código Alimentario en su artículo 3-27-11 establece que en el orden de preferencia para captaciones de agua para abastecimientos a núcleos urbanos, estarán en primer lugar las aguas de manantiales o fuentes, las procedentes de pozos artesianos, las aguas subálveas y finalmente las aguas superficiales, aunque en la práctica no suele ser así.

En el caso de que el suministro se realice con aguas superficiales se indicará si proceden de un embalse o son extracciones directas de cauces fluviales, señalando asimismo la localización del punto de toma y las características del equipo de bombeo.

Cuando el abastecimiento se realice mediante aguas subterráneas es necesario conocer los siguientes aspectos:

- Número de identificación, según el código del inventario del Archivo Nacional de puntos acuíferos.
- Coordenadas (preferentemente UTM).
- Fecha de realización de la obra de captación.
- Naturaleza de la captación (pozo, sondeo, ...).
- Método de perforación.
- Características técnicas de la obra de captación: profundidad y diámetro, entubación y diámetro, situación de las zonas de rejillas, situación del empaque de gravas y diámetros de éstas, tramos cementados, etc.
- Equipamiento: Tipo de bomba, potencia y profundidad a la que está situada.
- Régimen de explotación: caudal y caudal específico, régimen de bombeo, volumen de extracciones mensuales y anuales, así como los caudales máximos bombeados.
- Características de las instalaciones eléctricas y de bombeo, indicando la existencia de medidas de protección tales como casetas y/o vallado, especificando en este caso sus dimensiones.

En el anexo 10.4 se incluye un modelo de ficha de inventario de puntos de agua en la que pueden reflejarse estos aspectos.

4.1.2. Conducciones de agua potable

- Red en alta. Está constituida por las conducciones que comunican los puntos de abastecimiento y los depósitos.

Hay que determinar de qué material son, su espesor y longitud, así como la existencia de elementos singulares, por ejemplo las arquetas cortapresiones, etc.

- Red en baja. Es la que distribuye el agua desde los depósitos a los lugares de consumo.

Los datos a recopilar son los mismos que en el caso anterior.

En ambas redes hay que evaluar su estado general, señalando las deficiencias observadas tales como existencia de pérdidas, etc.

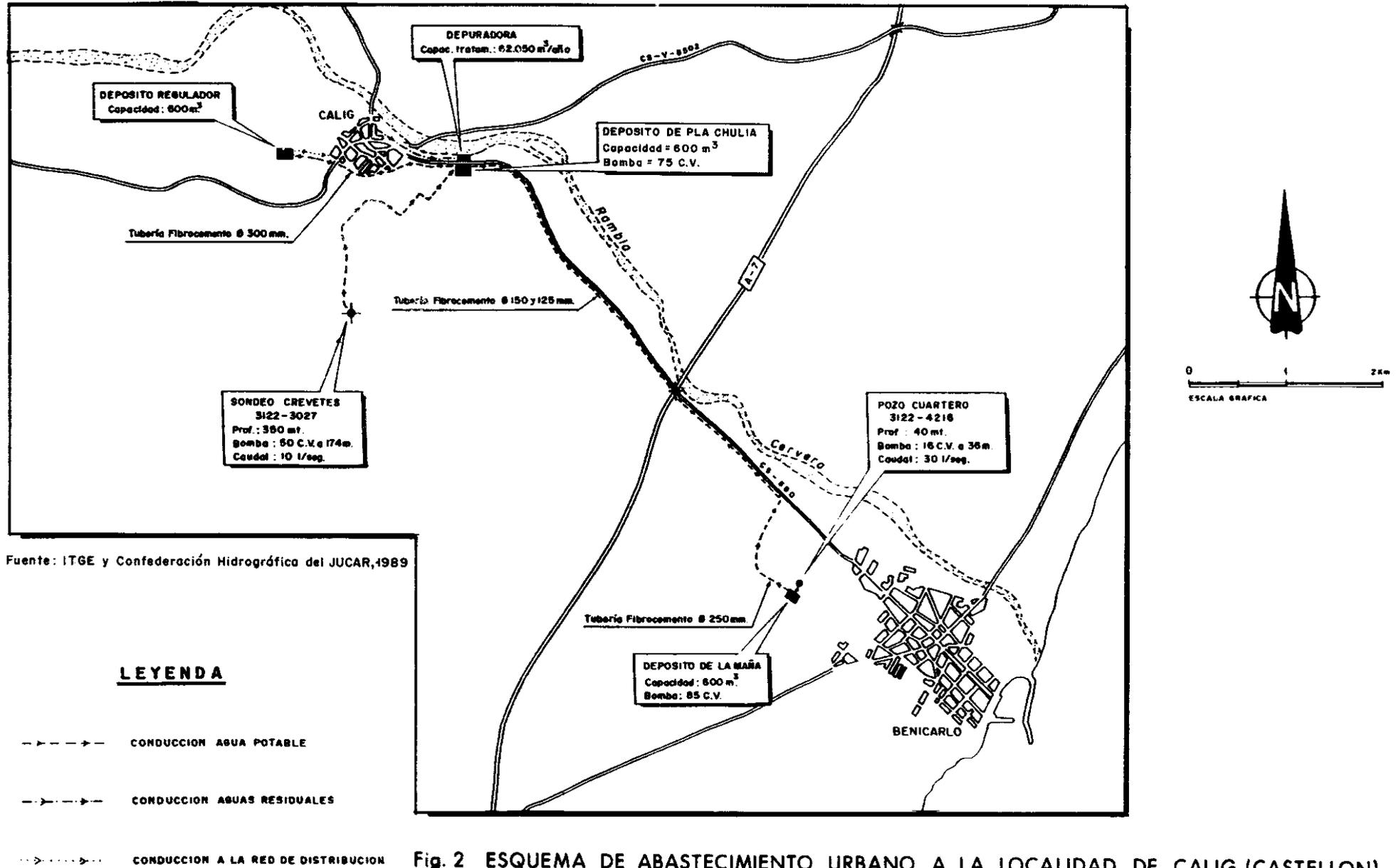
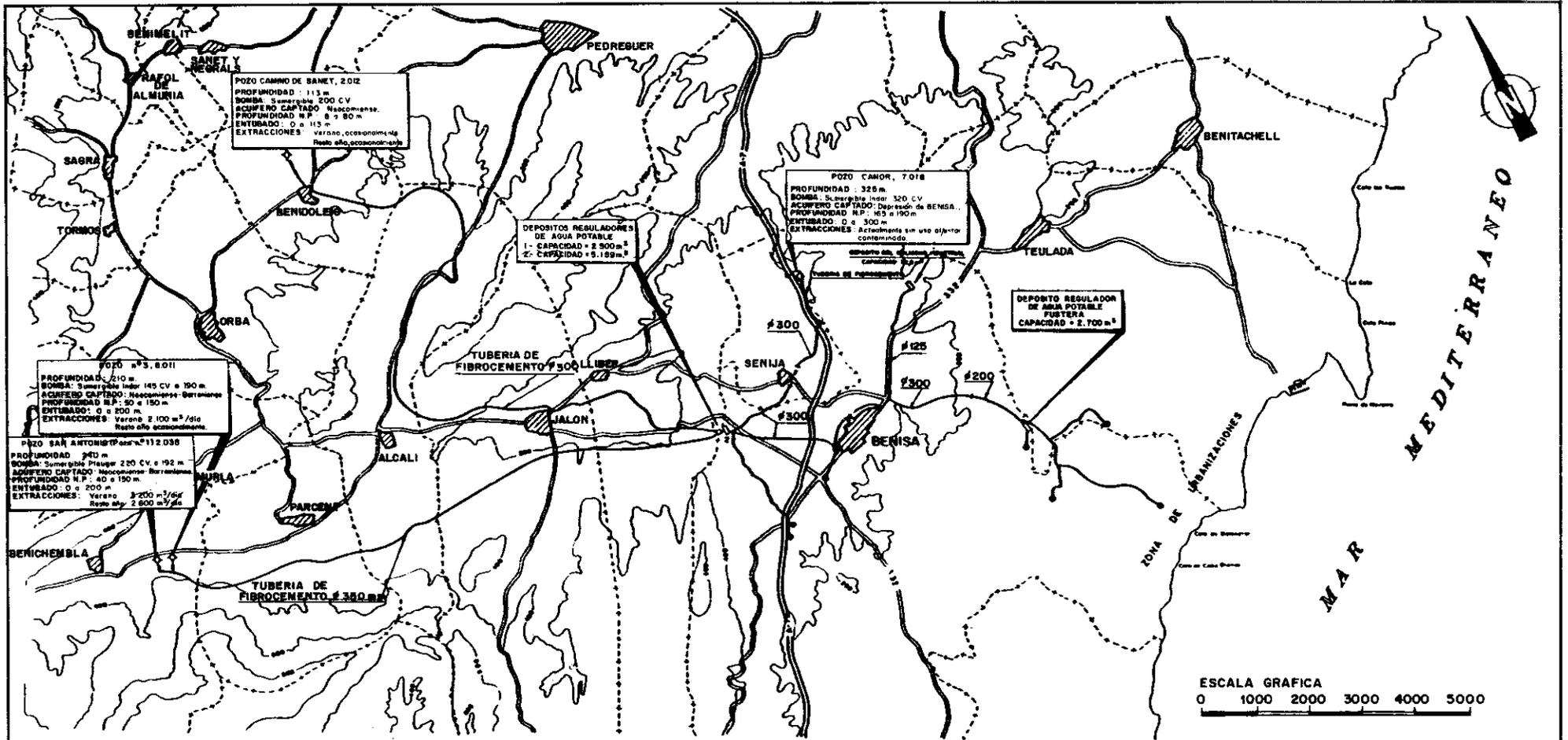


Fig. 2 ESQUEMA DE ABASTECIMIENTO URBANO A LA LOCALIDAD DE CALIG (CASTELLON)



Fuente: ITGE y Confederación Hidrográfica del Júcar, 1989

Fig. 3 ESQUEMA GENERAL DE ABASTECIMIENTO URBANO, BENISA (ALICANTE)

LEYENDA

- # 300 — Tubería de fibrocemento de 300 m m.Ø
- # 200 --- Tubería metálica de 200 m m.Ø
- +---+---+ Límite término municipal.
- ◇ Sonda de abastecimiento a BENISA
- Punto de partida de la red en baja del abastecimiento

4.1.3. Depósitos de regulación y distribución

Respecto a los depósitos reguladores que existan en el municipio se recabarán los siguientes datos:

- Capacidad
- Características constructivas
- Tipo de válvulas existentes
- Desagües
- Periodicidad con que se limpian
- Tratamientos realizados: cloración, etc.

4.1.4. Red de alcantarillado

Es necesario un conocimiento adecuado de dicha red al constituir en la mayoría de los casos, como se analizará en apartados posteriores, un importante foco de contaminación. No obstante, no debe olvidarse que la problemática que dicho estudio conlleva, principalmente en las grandes ciudades, puede hacerlo inabordable en el marco de los estudios de perímetros de protección.

Interesa determinar de qué materiales son las conducciones, su trazado y la profundidad a la que están instaladas.

Finalmente es importante evaluar si presenta pérdidas y su cuantificación.

4.1.5. Estaciones depuradoras

Se analizarán los siguientes aspectos:

- Características de los efluentes tratados: vertidos urbanos, industriales o mixtos.

En el caso de que la depuradora reciba aguas residuales de industrias será imprescindible realizar un estudio detallado de cada una de ellas, describiendo la actividad que desarrollan y cuales son las características hidroquímicas de sus vertidos.

Cada instalación fabril es un caso particular y si bien en general no es deseable la incorporación de sus aguas residuales al sistema de depuración general de la población, esta actividad es normalmente tolerada, aunque se exige un tratamiento previo de las mismas. Así por ejemplo los vertidos industriales en los que el contenido de metales pesados (plomo, cobre, cromo, mercurio, etc.) sea importante pueden alterar completamente el funcionamiento de una estación depuradora, convirtiéndola en ineficaz, al intoxicar las colonias bacterianas esenciales en el proceso de depuración.

- Tipo de tratamiento

A grandes rasgos una depuradora completa de una cierta entidad mejora la calidad de las aguas mediante las siguientes etapas:

• **Pretratamiento.** Su objetivo es eliminar los sólidos de mayor tamaño que lleva el agua en suspensión. Para ello se utilizan rejillas, depósitos en un desarenador etc.

• **Tratamiento primario.** Consiste en una decantación de las partículas de menor tamaño y que, por tanto, no habían sido suprimidas al finalizar el pretratamiento.

Al concluir esta etapa el líquido residual carece de sólidos en suspensión.

• **Tratamiento secundario.** En el se pretende eliminar la materia orgánica disuelta potenciando un intenso desarrollo bacteriano mediante el aporte de oxígeno (generalmente aire).

Existen diversas líneas de tratamiento con distintos equipos: oxidación total, fangos activados, lechos bacterianos, discos rotatorios, digestión aerobia o anaerobia, etc.

• **Tratamiento terciario.** El efluente resultante al concluir el tratamiento secundario tiene un alto contenido de nitratos y fosfatos y se pretende disminuirlo hasta valores aceptables al finalizar esta última etapa.

Los procesos requeridos son muy costosos, por lo que rara vez se realizan, recurriéndose normalmente a soluciones alternativas, como emplear el agua para agricultura, recarga de acuíferos u otras actividades.

- Estado de las instalaciones

Es necesario estimar la eficiencia de la planta depuradora. Para ello se analizarán muestras del efluente a la entrada y salida de dichas instalaciones. Además debe determinarse el porcentaje de su capacidad que se emplea en la actualidad y las previsiones futuras.

- Uso de las aguas tratadas

Se debe indicar el destino final de los efluentes depurados, tanto si son destinados para otros usos (por ejemplo regadío), como los cauces y puntos de vertido en caso de no reutilización.

4.2. Demanda urbana

4.2.1. Datos de población y su evolución

Se recopilará la información sobre la población de hecho, de derecho y la estacional, así como su evolución en los últimos años, realizando previsiones del número de habitantes que tendrá el municipio en el futuro. Además deberá indicarse si existen núcleos de población dispersos y/o urbanizaciones, cuantificando su ocupación.

4.2.2. Volúmenes consumidos

En primer lugar se diferenciará la cuantía del volumen consumido que proviene de aguas superficiales y de aguas subterráneas, especificando el tipo de gestión (municipal, concesionario). Se debe describir el método de control existente, determinando el número,

4.3. Aspectos económicos

El conocimiento de algunos datos económicos relacionados con la población abastecida con las captaciones que se quiere proteger puede proporcionar una información muy valiosa.

Resulta especialmente interesante conocer el presupuesto municipal y las inversiones realizadas en los últimos años en los siguientes aspectos:

- Captaciones
- Redes y depósitos de agua potable
- Alcantarillado
- Depuradoras
- Residuos sólidos

El presupuesto municipal permitirá determinar la capacidad de la población para hacer frente a los costes



tipo, localización y antigüedad de los contadores, los volúmenes facturados y consumidos, así como su evolución en los últimos años, estimando los consumos futuros.

En base a esta información se calculará la dotación actual, considerando también la que le correspondería teóricamente según el Plan Hidrológico de la zona.

económicos que podrían derivarse de la aplicación del perímetro, así como a las mejoras en las instalaciones que sea preciso realizar.

Las inversiones efectuadas en diferentes aspectos del abastecimiento son útiles para estimar, en una primera aproximación, el estado de conservación de distintas instalaciones. Así es relativamente frecuente,

en especial en pequeñas poblaciones, que dichos gastos sean prácticamente inexistentes, existiendo una clara correlación entre esta ausencia de un adecuado mantenimiento y las deficiencias que el análisis de su situación actual reflejará.

4.4. Ordenación del territorio

La recopilación de los planes de ordenación del territorio es muy interesante, puesto que permitirá saber la calificación de los terrenos que se verán afectados por la aplicación del perímetro de protección propuesto, así como su precio, se podrá así valorar el impacto socioeconómico que éste producirá.

Debe especificarse si la calificación de los terrenos corresponde al Plan de Ordenación o a las Normas Subsidiarias, su fecha de aprobación y si está prevista su revisión total o parcial próximamente.

Esta información se reflejará en un plano en el que además de la calificación de los diferentes terrenos se indicará la superficie actualmente construida (núcleo urbano, urbanizaciones e industrias).

4.5. Marco geológico

Hay que establecer el encuadre geológico de la zona estudiada en el contexto regional, analizando con detalle la cartografía, litoestratigrafía y tectónica, como se expondrá en los siguientes apartados.

4.5.1. Cartografía

Se recopilará la información disponible sobre la zona estudiada, para lo que es fundamental el empleo del mapa geológico nacional a escala 1:50.000 (MAGNA). Se revisarán los datos allí contenidos y se elaborará un mapa geológico a la escala adecuada, complementándolo con los cortes significativos que se consideren necesarios.

4.5.2. Litoestratigrafía

Se deben estudiar las diferentes formaciones geológicas del sector, describiendo su litología, potencia, análisis sedimentológico (granulometría, tipos de matriz y cemento, etc.) incluyendo asimismo columnas estratigráficas tipo, de las zonas más significativas.

4.5.3. Tectónica

En primer lugar se debe encuadrar la zona estudiada en el contexto tectónico regional, describiendo posteriormente el tipo de deformación que afecta a los materiales de este área.

En el caso de los acuíferos kársticos se considera especialmente interesante la realización de mapas de fracturación, utilizando cuando sea posible imágenes de satélite.

4.6. Hidrogeología

4.6.1. Marco hidrogeológico

El área objeto de estudio debe ubicarse en el sistema, subsistema y acuífero que le corresponda, indicando a qué unidad hidrogeológica pertenecen y sus principales características.

Posteriormente deberá realizarse un mapa hidrogeológico del sector en el que se encuentran las captaciones; en él se incluirán cortes hidrogeológicos y/o bloques diagramas que incluyan las captaciones que se pretende proteger.

En las figura 4 y 5 se muestran varios ejemplos de los mismos.

4.6.2. Acuíferos captados por los puntos de abastecimiento

El análisis detallado de los diferentes acuíferos contemplará los siguientes aspectos:

A. Geometría

Hay que conocer sus dimensiones, para ello será útil la realización de un mapa de isopacas en base a la información de los sondeos existentes.

B. Tipo de acuífero

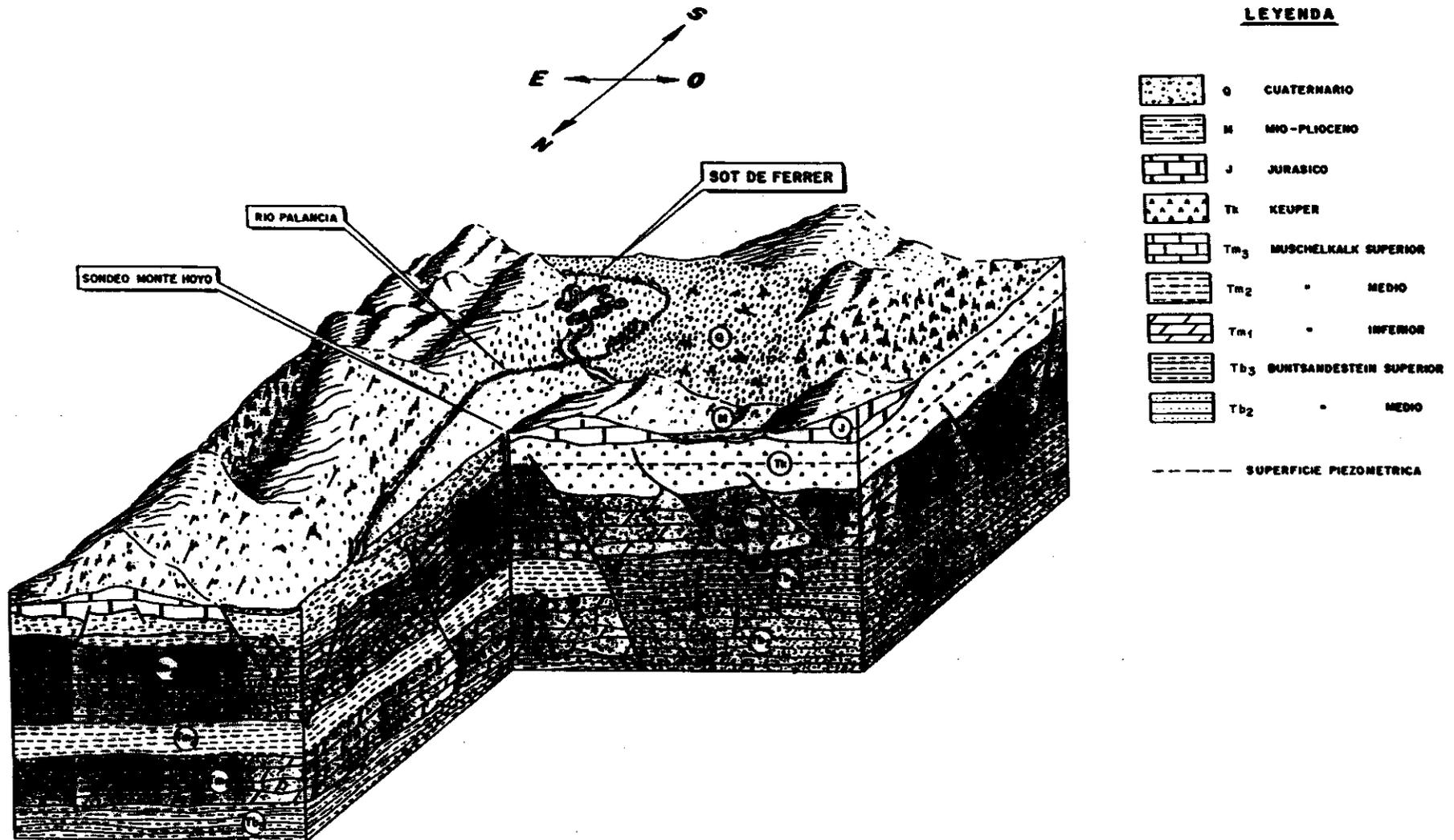
Se especificará su naturaleza: libre, confinado, semiconfinado, diferenciando los tramos permeables e impermeables y su potencia.

C. Funcionamiento hidrogeológico

Es imprescindible conocer el tipo de alimentación (infiltración de la lluvia, aportes laterales, retorno de regadíos, recarga por ríos) así como las salidas que se producen (bombeos, drenaje por ríos y manantiales, aportes laterales a otros acuíferos o al mar), cuantificándolas para un período representativo.

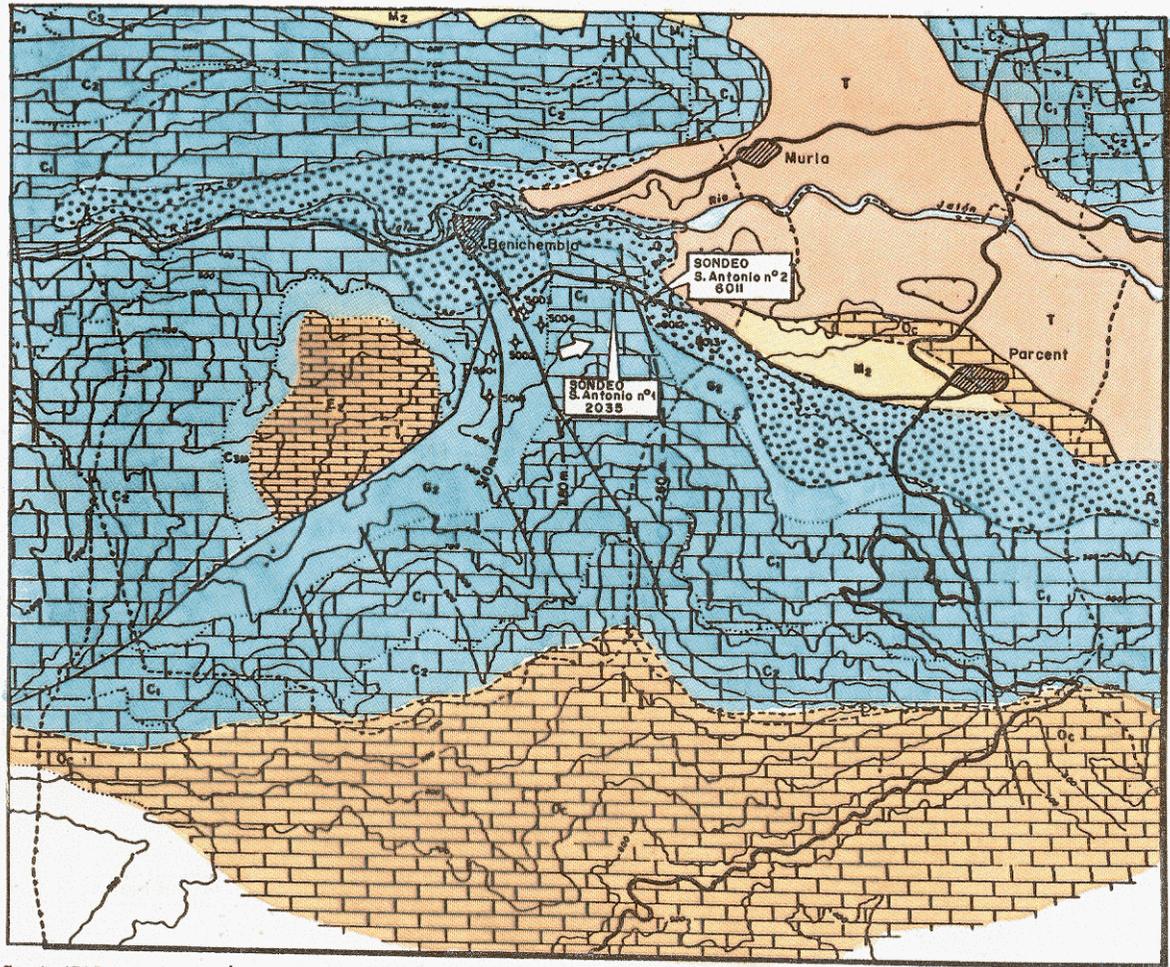
Se prestará especial atención a la posible conexión que presente con otros acuíferos por las repercusiones que puede tener en la delimitación del perímetro.

Respecto a las extracciones por bombeos se debe especificar su uso (abastecimiento urbano, agricultura, industria) y qué volúmenes representan. En el caso de



Fuente: ITGE y Confederación hidrográfica del Júcar, 1989

Fig.4 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO MOSTRANDO EL DISPOSITIVO HIDROGEOLOGICO EN EL SONDEO "MONTE HOYO" (CASTELLON)



LEYENDA

CUATERNARIO	Q	INDIFERENCIADO	
NEOGENO	M ₂	MIOCENO SUP.	Margas con niveles de margocalizas blanco-amarillentas
	M ₁	MIOCENO INF.	Calcarentas, calizas arenosas, areniscas y conglomerados
PALEOGENO	O _c	OLIGOCENO	Calizas blancas con abundante microfauna
	E ₂	EOCENO (LUTECIENSE)	Calizas pararriscifitas
CRETACICO	C _{3M}	SENONIENSE	Margas, margas arenosas y margocalizas
	C ₂	CENOZA.-TURONIENSE	Calizas y dolomias
	C ₁	APTIENSE-ALBIENSE	Calizas, calizas arenosas con niveles de margas y margocalizas
	G ₂	NEOCOMIENSE	Margas y margocalizas blanco-amarillentas con alguna intercalación de calizas
TRIASICO	T	KEUPER	Arcillas abigarradas con yesos
	CONTACTO CONCORDANTE	
	- - - - -	" DISCORDANTE	
	— — — — —	" MECANICO	
	— — — — —	FALLA NORMAL	
	— — — — —	" INVERSA	
	+	SONDEO	
	⊕	MANANTIAL	
	— 330m —	ISOPIEZA (SEP. 1989)	
	→	SENTIDO DEL FLUJO SUBTERRANEO	
	⌊	ALIMENTACION DEL ACUIFERO INFRAYACENTE (NEOCOMIENSE)	

Fuente: ITGE y Confederación hidrográfica del Júcar, 1989

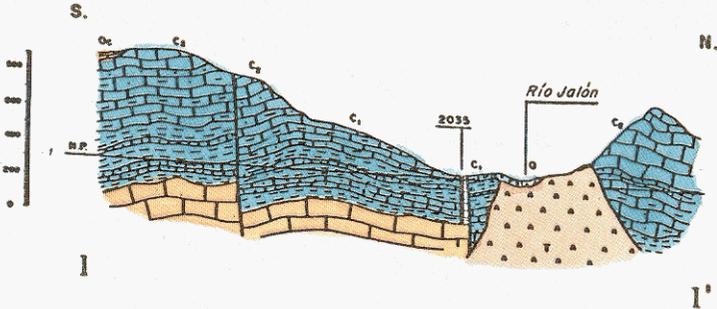


Fig. 5 MAPA HIDROGEOLOGICO DEL SECTOR DE BENICHEMBLA (ALICANTE)

utilización agrícola hay que conocer las hectáreas regadas y los cultivos existentes, señalando sus dotaciones. Cuando las extracciones se destinen al abastecimiento urbano interesará detallar las poblaciones que cubren su suministro en base a las aguas subterráneas, indicando su número de habitantes.

D. Piezometría

El análisis de la piezometría existente en la zona y su evolución permite definir las principales líneas de flujo y las áreas singulares (conos de bombeo, etc.).

E. Hidroquímica

Es preciso identificar las diferentes facies hidroquímicas existentes, especificando la concentración de los diferentes iones, siendo muy conveniente realizar mapas de isocontenidos de las principales especies (cloruros, sulfatos, nitratos, etc.).

Finalmente, hay que considerar con especial cuidado la posible existencia de metales pesados, dado su elevado poder contaminante.

4.6.3. Hidrogeología en el entorno de las captaciones.

A. Materiales acuíferos

Se describirá la columna litológica de cada una de las captaciones que se pretende proteger, diferenciando los tramos productivos, si existen niveles colgados, así como las principales características de la perforación.

Estos datos aparecerán reflejados en un croquis.

En las figuras 6 y 7 se muestran algunos ejemplos.

B. Evolución piezométrica

Es preciso conocer el nivel piezométrico estático y dinámico en las captaciones, así como las oscilaciones estacionales anuales e interanuales.

C. Flujo subterráneo

Dada la gran importancia que para los objetivos perseguidos presenta el conocer con precisión el flujo subterráneo, es imprescindible realizar una campaña "flash" de medidas piezométricas, nivelando los puntos utilizados en el entorno de las captaciones.

Con estos datos puede obtenerse un mapa de isopiezas de detalle y en base a él definir la dimensión

y sentido del flujo y el gradiente hidráulico, así como si se produce recarga inducida de cauces superficiales y otras características importantes que faciliten la delimitación del perímetro de protección.

Cuando la escasez o ausencia de otras captaciones haga imposible trazar con exactitud el mapa de isopiezas, se recomienda, entre otros métodos para definir el flujo, el empleo de trazadores.

D. Características hidrodinámicas

Se debe reunir la información existente sobre los principales parámetros, permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, caudal específico, detallando las características del ensayo de bombeo del que se obtuvieron.

Si no existieran dichos datos o se dudara de su fiabilidad, por no haberse realizado con el debido control, sería imprescindible la ejecución de un ensayo de bombeo de larga duración. Se considera adecuado un tiempo de bombeo cercano a las 72 horas con medida de descensos, siempre que sea posible, en la propia captación y en algún otro punto utilizado como piezómetro y tomar muestras de agua al bombear.

El objetivo que se pretende es conocer con fiabilidad los valores de la transmisividad, coeficiente de almacenamiento y radio de influencia así como definir la posible existencia de barreras y/o bordes de recarga, que deben ser considerados para delimitar el perímetro de protección.

La velocidad del agua en el entorno de las captaciones se cuantificará mediante métodos analíticos (Ley de Darcy) o usando trazadores.

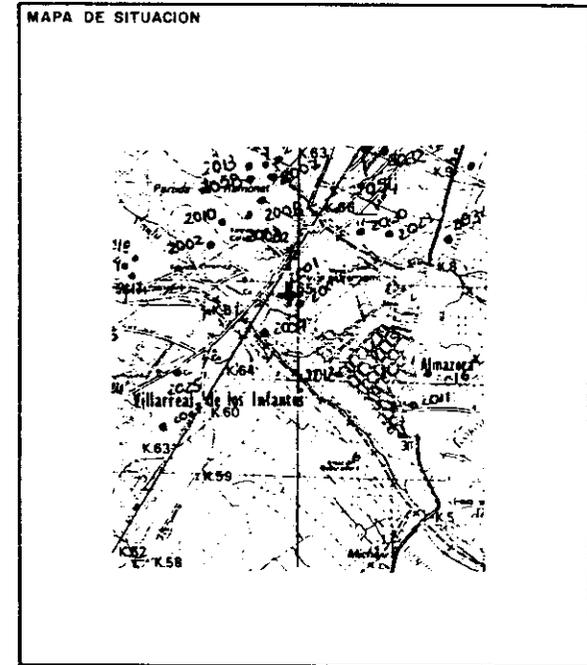
Finalmente, cabe señalar, que en algunos casos la existencia de una fuente de contaminación que haya afectado a alguna captación permite estimar el valor de la velocidad del agua, siempre que se conozca la distribución espacial y temporal del vertido contaminante y el momento en que comienza a afectar a la calidad del agua de la misma.

E. Calidad del agua

Hay que recopilar la información disponible sobre análisis químicos y bacteriológicos. Si se trata de proteger una captación que ya está siendo utilizada para abastecimiento urbano deben existir análisis con la periodicidad indicada en la actual reglamentación técnico sanitaria (recogida en el Anexo 10-2).

En cualquier caso se recomienda tomar alguna muestra de agua cuando el pozo esté bombeando y

CONSTRUCCION Y ACONDICIONAMIENTO DEL SONDEO				PERFIL LITOESTRATIGRAFICO							
PROFUNDIDAD (m)	DIAMETROS		ESQUEMA MECANICO DEL SONDEO	RESUMEN DE EJECUCION	MODO DE PERFORAR	NIVEL ESTATICO	EDAD	FORMACION	COLUMNA LITOLÓGICA	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DE LA COLUMNA INTERPRETADA
	ENTUBACION	PERFORACION									
0											
10											
20											
30											
40											
50	ENTUBAR	Ø 2.5 x 1.5 m.									
54											
60	SIN	Ø 250 mm.									
70											
72											
80		Ø 200 mm.									
86											
90											

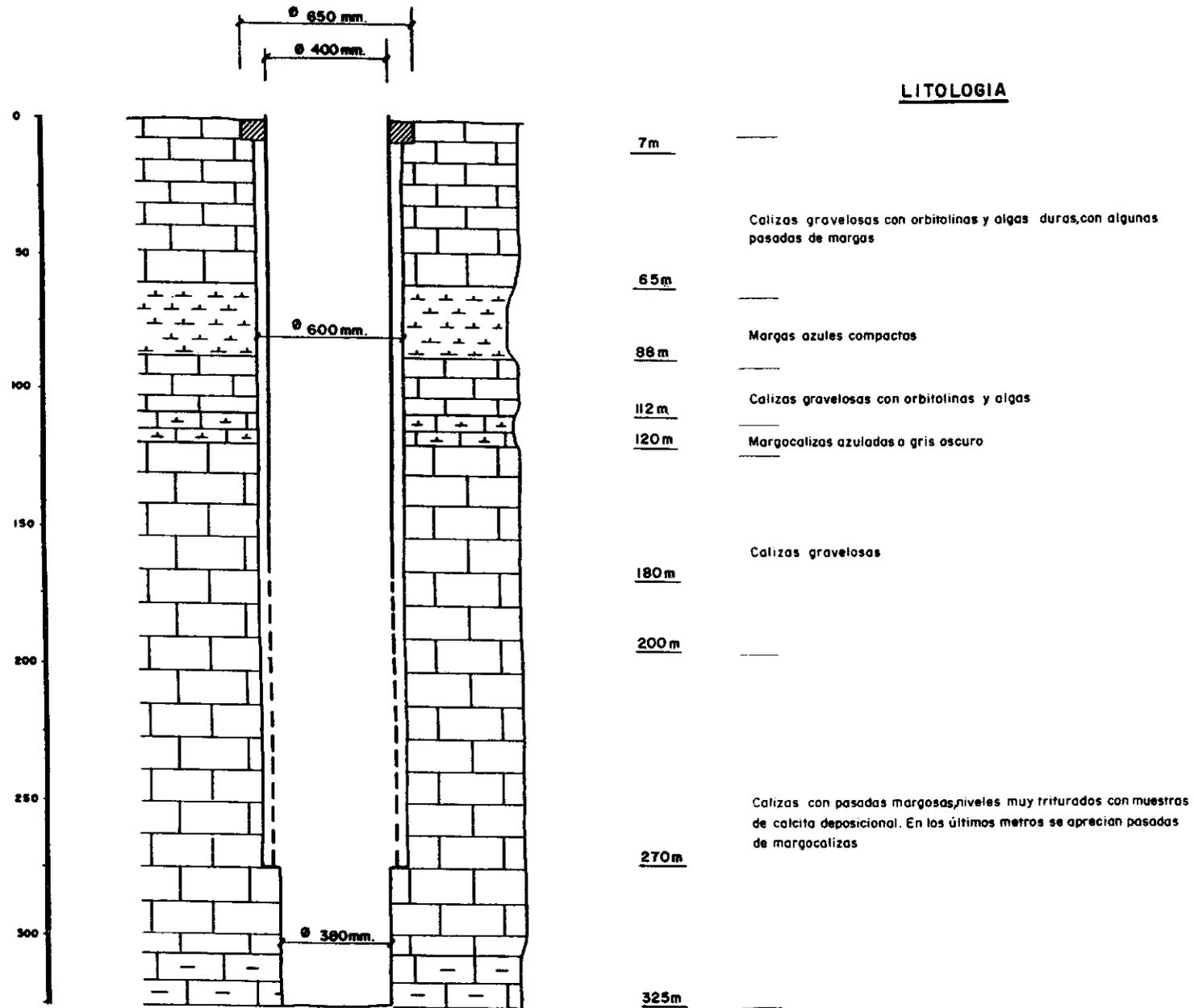


POZO DE LA ESTACION (AYUNTAMIENTO Nº 2)

PROVINCIA CASTELLON Tº MUNICIPAL ALMAZORA
 PARTIDA PLA DEL CALVARI POLIGONO Nº 7
 PARCELA XII

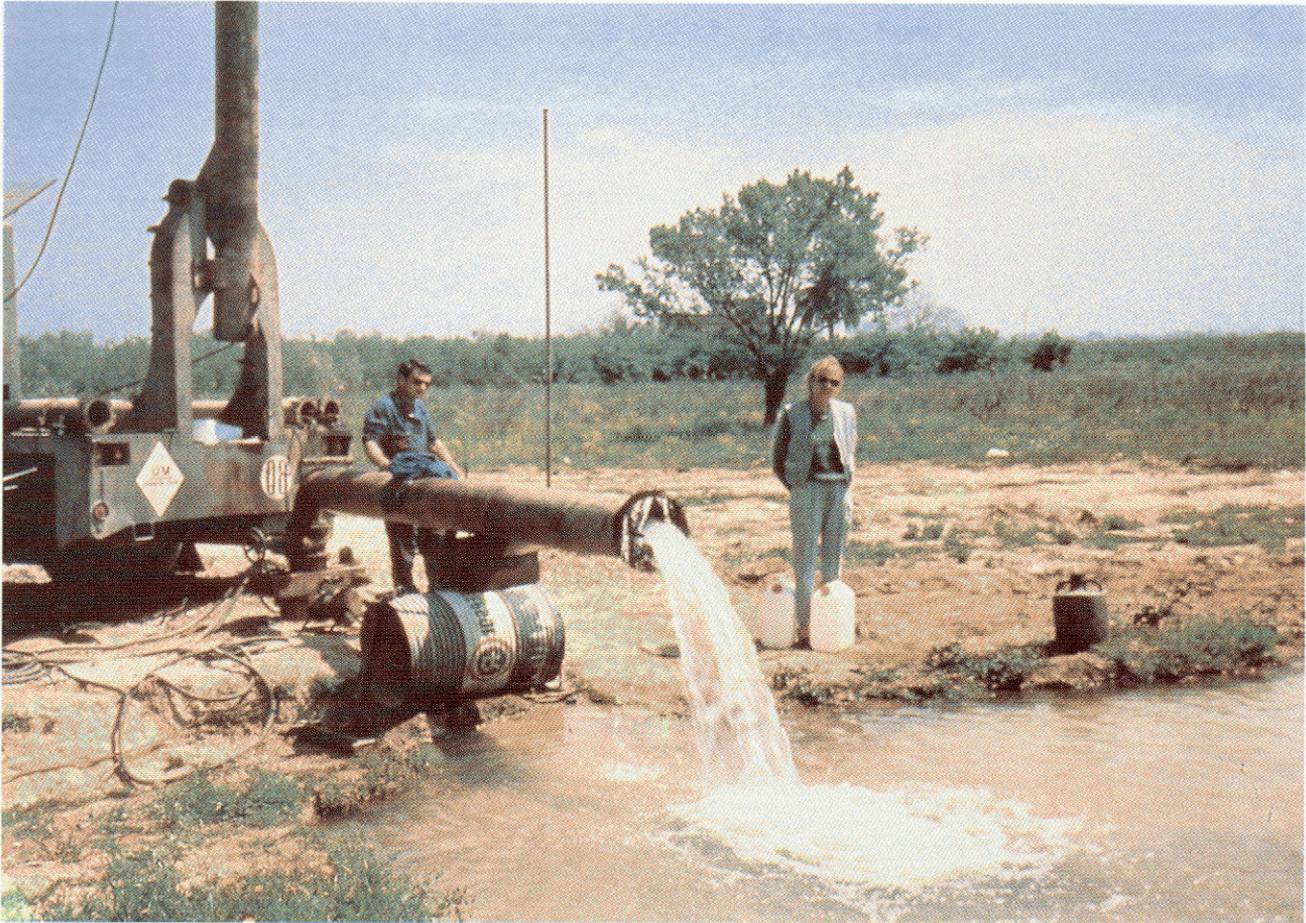
COORDENADAS U.T.M. { x = 749.950
 y = 4.427.150 Z = (m.s.n.m.) 48

Fig.6 ESQUEMA DEL SONDEO DE LA ESTACION. (ALMAZORA)



Fuente: ITGE y Confederación hidrográfica del Júcar, 1989

Fig.7 COLUMNA LITOLOGICA Y PERFIL DEL SONDEO DE CANOR, BENISA (ALICANTE)



realizar un análisis completo, prestando especial atención a las características bacteriológicas, ya que aunque no alcancen el máximo permitido pueden señalar indicios de una posible contaminación grave.

Estos análisis deben compararse con la calidad natural que presente el acuífero o acuíferos captados, que ya ha sido estudiada en el apartado 4.6.2.E., determinando la existencia de elementos contaminantes.

4.7. Vulnerabilidad del acuífero frente a la contaminación

4.7.1. Inventario de focos contaminantes

Se han clasificado los posibles focos de contaminación existentes, a efecto de delimitación de perímetros de protección, en:

- Areales conservativos
- Areales no conservativos
- Puntuales conservativos
- Puntuales no conservativos

Esta diferenciación se basa en el carácter (degradable o no) de la contaminación y la zona afectada. A este respecto cabe indicar que la perdurabilidad y las variaciones que se producen en los diferentes tipos de contaminantes será analizada con mayor detalle en el capítulo 6 y en el 7.1.1.

La zona a cubrir será diferente en cada caso. Aunque algunos autores consideren como hipótesis adecuada de trabajo un área de 4 km de radio en base al estudio hidrogeológico previo.

Es conveniente reflejar los resultados en mapas, cuya escala puede ser muy variable, aunque es recomendable la 1:10.000, si bien en casos de escasa complejidad puede ser hasta de 1:50.000. En dichos mapas podrán agruparse o no los diferentes focos contaminantes en función de las características del área estudiada.

En las figuras 8, 9, 10 y 11 se indican diferentes ejemplos de inventario de focos contaminantes.

En el anexo 10-4 se incluyen diversos modelos de fichas que permiten reflejar la información sobre estos procesos.