



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y  
PROBLEMATICA DE CALIDAD Y  
CONTAMINACION DEL ABASTECIMIENTO  
AL MUNICIPIO DE MILAGRO.  
CARACTERIZACION HIDROGEOLOGICA DE  
LOS ACUIFEROS EXISTENTES EN EL MISMO



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

34214

<b>SUPER PROYECTO</b> Nº 9006	<b>AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA</b>
<b>PROYECTO AGREGADO</b>	335
<b>TITULO PROYECTO:</b>  Proyecto para la realización de estudios de asesoramiento en materia de aguas subterranas a organismos de cuenca y comunidades autonomas en Navarra, País Vasco y La Rioja (Cuencas Norte y Ebro) 1990-91	
<b>SICOAN</b> 90404	<b>Nº DIRECCION</b> 22/90
<b>COMIENZO</b> 28/8/90	<b>FINALIZACION</b>

<b>INFORME</b> (Titulo):  "Estudio sobre el estado actual y problemática de calidad y contaminación de los abastecimientos a poblaciones situadas en el aluvial del Ebro y afluentes"  MILAGRO	
<b>CUENCA (S) HIDROGRAFICA (S)</b>	EBRO
<b>COMUNIDAD (S) AUTONOMAS</b>	NAVARRA
<b>PROVINCIAS</b>	

## **INDICE**

---

# INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION .....	7
2. EQUIPO TECNICO Y TRABAJOS REALIZADOS .....	9
3. GEOLOGIA .....	12
3.1. ESTRATIGRAFIA .....	12
3.1.1. Terciario .....	12
3.1.2. Cuaternario .....	14
3.2. TECTONICA .....	15
4. HIDROGEOLOGIA .....	17
4.1. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA .....	17
4.2. GEOFISICA .....	24
4.3. SONDEOS DE RECONOCIMIENTO Y PREEXPLOTACION .....	29
4.4. DEFINICION DE ACUIFEROS .....	34
4.4.1. Características litológicas y geométricas de los acuíferos ..	34
4.4.2. Piezometría .....	36
4.4.3. Funcionamiento hidrogeológico .....	37
5. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO .....	41
5.1. CAPTACIONES EXISTENTES .....	41
5.2. INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO .....	43
5.2.1. Depósitos reguladores .....	43
5.2.2. Características de la distribución .....	43
5.2.3. Tratamiento de las aguas y control sanitario .....	44
6. ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA .....	46
6.1. DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO .....	46
6.2. DEMANDA DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL .....	47

6.3.	DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA . . . . .	47
6.4.	DEMANDA TOTAL DE AGUA . . . . .	48
<b>7.</b>	<b>ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE</b>	
	<b>2.015) . . . . .</b>	<b>51</b>
7.1.	EVOLUCION DE LA POBALCION . . . . .	51
7.2.	CONSUMO FUTURO . . . . .	51
<b>8.</b>	<b>CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRI-</b>	
	<b>COS . . . . .</b>	<b>54</b>
8.1.	INFORMACION RECOPIADA . . . . .	54
8.2.	CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES . . . . .	56
	8.2.1. Facies químicas . . . . .	56
	8.2.2. Evolución temporal de la calidad . . . . .	57
	8.2.3. Diferencias geográficas de calidad . . . . .	60
8.3.	CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO . . . . .	60
<b>9.</b>	<b>ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL. CONCLUSIONES Y</b>	
	<b>RECOMENDACIONES . . . . .</b>	<b>64</b>
9.1.	CANTIDAD . . . . .	64
9.2.	CALIDAD . . . . .	65

## **A N E X O S**

- 1. FOTOGRAFIAS**
- 2. ANALISIS QUIMICOS UTILIZADOS DURANTE EL ESTUDIO**
- 3. BOLETIN DEL ANALISIS FISICO-QUIMOCOS REALIZADO EN ORIGEN**
- 4. BOLETIN DEL ANALISIS BACTERIOLOGICO REALIZADO EN AL RED**

## **P L A N O S**

- 1. MAPA GEOLOGICO Y DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA EN EL TERMINO MUNICIPAL DE CASCANTE**

## **1.- INTRODUCCION**

---

## 1.- INTRODUCCION

---

En los últimos años el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) ha firmado convenios de asistencia técnica en materia de aguas con todas las comunidades autónomas, a través de los cuales se coordinan los trabajos del Instituto y que, en ocasiones, son cofinanciados por las propias comunidades.

En este marco, algunos de los trabajos a realizar en la Comunidad Autónoma de Navarra se han planteado como estudios metodológicos sobre el abastecimiento de varias poblaciones, en los que se analiza su problemática actual y futura.

En el presente informe se aborda el caso concreto del Término Municipal de Milagro, exponiéndose toda la información conocida y relativa a las características geológico-hidrogeológicas de los acuíferos existentes en el municipio y a la calidad de los recursos hídricos de los mismos. Se analizan, además, la situación actual del abastecimiento (captaciones existentes, instalaciones de abastecimiento, etc.) y la demanda futura de agua con el fin de dilucidar necesidades actuales o futuras. Así mismo se realizan las recomendaciones que se consideran oportunas para solventar estas necesidades.

## **2.- EQUIPO TECNICO Y TRABAJOS REALIZADOS**

---

## 2.- EQUIPO TECNICO Y TRABAJOS REALIZADOS

---

La supervisión y dirección técnica del ITGE ha sido realizada por D. Miguel del Pozo Gómez (Geólogo).

El presente estudio ha sido realizado por Compañía General de Sondeos, S.A. (C.G.S.) que ha aportado el siguiente equipo técnico:

- D. Juan Olivares Taléns (Geólogo): responsable técnico del estudio.
- D. Juan Carlos González LLamazares (Geólogo): interpretación de la información recopilada, encuesta de abastecimiento en las oficinas municipales, toma de datos en campo y muestreo químico, elaboración del informe final.
- Dña. Regina Rodríguez Santisteban (Geóloga): interpretación de los análisis químicos recopilados y realizados durante el estudio, redacción del capítulo de hidroquímica.

La información de los análisis químicos de agua que se ha utilizado ha sido aportada por D. Esteban Faci, geólogo, del Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra, a quien agradecemos su colaboración.

Los principales trabajos realizados han sido los siguientes:

- Análisis de la información recogida en los siguientes estudios:
  - "Proyecto Hidrogeológico de Navarra, 2ª fase". Excm. Diputación Foral de Navarra. Dirección de Obras Públicas. Diciembre de 1.981.

- "Estudio Hidrogeológico de una zona del Aluvial del Ebro y Aragón entre San Adrián y Arguedas". Realizado por INGEMISA para el Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra (Diciembre de 1.985).
- "Estudio de calidad de agua del Aluvial del Ebro y Afluentes y protección del acuífero y las captaciones contra la contaminación". Realizado por INTECSA para el Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra. Diciembre de 1.988.
- Base de datos de la red de calidad de aguas subterráneas del Gobierno de Navarra.
- Encuesta en las oficinas municipales y visitas a los puntos de captación, depósitos reguladores, etc.
- Toma de muestras para análisis químicos en origen.
- Evaluación de las necesidades de agua actuales y futuras.
- Valoración de los recursos hídricos subterráneos existentes en cuanto a cantidad y calidad.
- Elaboración del informe final.

### **3.- GEOLOGIA**

---

### 3.- GEOLOGIA

---

El término Municipal de Milagro se sitúa en la Depresión del Ebro. Los materiales aflorantes son en su totalidad de origen continental y pertenecen al Terciario y Cuaternario.

Los depósitos terciarios están constituidos esencialmente por yesos y arcillas y corresponden al Oligoceno.

Los depósitos cuaternarios se disponen en un sistema de terrazas asociadas a los ríos Ebro y Aragón. Las litologías varían desde gravas y arenas hasta limos y arcillas sin consolidar. Los movimientos halocinéticos de los sedimentos evaporíticos terciarios afectan también a los depósitos cuaternarios produciéndoles deformaciones.

#### 3.1.- ESTRATIGRAFIA

##### 3.1.1.- Terciario

En el mapa geológico (plano nº 1) se distinguen dos unidades terciarias. La superficie de afloramiento de estas unidades dentro del municipio es muy pequeña.

##### *Unidad 1*

Está formada por finas capas de yesos a escala centimétrica, con juntas arcillosas de tonalidades pardo-amarillentas.

Intercaladas entre los yesos terrosos se encuentran capas de yeso de color blanco y escala decimétrica.

No se conoce la potencia de esta unidad debido a que no aflora la base de la misma en ningún punto. Aflora en el núcleo de una estructura anticlinal.

Los materiales están totalmente replegados debido al carácter diapírico de los pliegues.

### *Unidad 2*

Está constituida fundamentalmente por una sucesión de tramos yesíferos y tramos arcillosos de espesor variable. Los primeros presentan una estructura hojosa consistente en una alternancia fina de yesos terrosos, yesos fibrosos y arcillas yesíferas en capas bien estratificadas de alrededor de 1 cm. Exporádicamente se intercalan en la secuencia niveles de yesos blanquecinos más potentes (10 a 40cm.).

Con frecuencia se intercalan entre los yesos tramos de arcilla calcárea en tonos rojizos, grises y pardo-amarillentos, con abundante yeso disperso y rellenando grietas. Se pueden observar también delgadas capas de arenisca, caliza arenosa y caliza.

Esta unidad está menos replegada que la anterior y no se conoce su espesor debido al contacto mecánico existente entre ellos.

### 3.1.2.- CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios ocupan la mayor parte de la superficie del municipio. Son de origen fluvial y forma las terrazas de los ríos Ebro y Aragón.

El desarrollo de las terrazas se encuentra, en parte, condicionado por la estructura geológica y naturaleza de los materiales terciarios donde se asienta la red fluvial.

Normalmente estas terrazas se ha agrupado de una forma más o menos arbitraria en función de sus características litológicas, morfológicas y su altitud relativa con respecto al Ebro.

Un fenómeno frecuente en la región es la deformación de las terrazas como consecuencia del movimiento de los yesos subyacentes.

#### *Unidad 3*

Corresponde a terrazas que se extienden a lo largo de los pliegues diapíricos de Cárcar y Arguedas y que han sido fuertemente deformados por la acción tectónica diapírica de los yesos.

#### *Unidad 4*

Se agrupan en esta unidad varios niveles de terrazas colgadas que se sitúan a una altura sobre el nivel actual del río de al menos 10m.

Están formadas por gravas poligénicas poco cementadas, compuestas por cantos de calizas, cuarcitas y areniscas relativamente homométricas.

### *Unidad 5*

Corresponde a la llanura de inundación actual o llanura aluvial.

Se compone de dos tramos bien diferenciados, uno inferior de gravas de variada naturaleza (calizas, cuarcitas y areniscas) y otro superior de limos y arcillas. Localmente aparecen lentejones de arena entre las gravas.

### 3.2.- TECTONICA

El rasgo estructural más destacado de la zona es la existencia de pliegues de origen halocinético en los materiales del Terciario Continental. Concretamente, en el municipio de Milagro se puede definir el anticlinal de Arguedas.

Estas deformaciones afectan a los depósitos cuaternarios asentados sobre los materiales yesíferos. Este origina abombamientos en las terrazas, que se adaptan a los anticlinales del substrato yesífero.

## **4.- HIDROGEOLOGIA**

---

## 4.- HIDROGEOLOGIA

---

La mayor parte del municipio de Milagro se encuentra incluido en la "Unidad Hidrogeológica del Aluvial del Ebro y afluentes", definida en el "Estudio Hidrogeológico de Navarra".

En esta unidad se incluyen todas las terrazas de origen fluvial asociadas al río Ebro y sus afluentes en Navarra y que se sitúan a diferentes niveles con respecto al actual del río. En muchas zonas están desconectadas las terrazas por lo que varía el comportamiento hidrogeológico de la unidad de unos sectores a otros.

A continuación se expone toda la información recopilada para el municipio de Milagro que permite definir los acuíferos existentes y su geometría y funcionamiento hidrogeológico.

### 4.1.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Se han recopilado un total de 57 puntos de agua, inventariados en diversos estudios realizados en la zona. Del total de puntos, 45 corresponden a pozos de gran diámetro y 12 a sondeos.

En el cuadro nº 1 se presenta un resumen con las principales características de los puntos de agua. En este cuadro se identifica cada punto con el código de inventario con el que figura en los archivos del Gobierno de Navarra y además se les ha asignado una numeración correlativa (de 1 a 57) para que puedan ser indentificados con más facilidad en el mapa de inventario de puntos de agua (plano nº 1). A partir de este capítulo las referencias a cualquier

N° INVEN.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF (m)	NIVEL (m)	Q.(l/-sg.)	LITOL.	USO	EXT.ANUAL (Dm³/año)	N° A.Q	OBSE-RV.
2511-5-001 (1)				279	Pozo	6.2	6		Arenas y Gravas	Desconocido			Motor eléctrico de 2 CV.
2511-5-002 (2)				279	Pozo	9.2	5.7	28	Arenas y Gravas	Desconocido		1	Motor eléctrico de 7,5 CV
2511-5-003 (3)				279	Pozo	6.15	3.7		Arenas y Gravas	No se usa			
2311-5-004 (4)				278	Pozo	6.2	4.8	6.3	Arenas y Gravas	Desconocido			Motor diessel 1 CV
2511-5-005 (5)				278	Pozo	5.15	3.65	55.5	Arenas y Gravas	Desconocido		1	Motor eléctrico
2511-5-006 (6)				276	Pozo	4.4	1.09	22	Arenas y Gravas	Desconocido		2	Motor diessel
2511-5-007 (7)				278	Pozo	5.6	4.4	7					Motor diessel
2511-5-008 (8)				277	Pozo	6.15	5.1	14				1	
2511-5-009 (9)				278	Pozo	5.9	2	35				54	

N° INVEN.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF (m)	NIVEL (m)	Q.(l/-sg.)	LITOL.	USO	EXT.ANUAL (Dm <sup>3</sup> /año)	N° A.Q	OBSE-RV.
2511-5-010 (10)				278	Pozo	7.5	4						
2511-5-011 (11)				273	Pozo	5.15	3.2	23				1	Motor eléctrico
2511-5-018 (12)				272	Sondeo	15.3	1.48					1	
2511-5-052 (13)	03/05/85			299	Sondeo	15.5	11.9			Agri-cultura		1	Motor diessel 9 CV
2511-5-053 (14)	06/04/85 05/08/85			278	Pozo	8	3.86						
2511-5-054 (15)	06/04/85			278	Pozo	6	4						Motor diessel
2511-5-055 (16)	06/05/85 05/08/85			277	Pozo	7.7	4.5					1	
2511-5-056 (17)	06/04/85 05/08/85	598570	467880	277	Pozo	7.7	4		Arenas y Gravas	Agri-cultura		1	Motor eléctrico
2511-5-057 (18)	06/04/85	600260	4677265	285	Sondeo	22	14.2		Arenas y Gravas	Gana-dería	7	1	
2551-5-058 (19)	06/04/85	600550	4677230	275	Pozo	9	4.5		Arenas y Gravas	Industria	300		

N° INVEN.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF (m)	NIVEL (m)	Q.(l/- sg.)	LITOL.	USO	EXT.ANUAL (Dm <sup>3</sup> /año)	N° A.Q	OBSE- RV.
2111-5-059 (20)	04/05/85	601136	4678045	292	Sondeo	30	24		Arenas y Gravas	Desco- nocado			
2511-6-060 (21)	04/05/85	601571	4677500	294	Sondeo	15			Arenas y Gravas	No se usa			Está tapado
2511-5-061 (22)	07/08/85	601100	4676730	272	Pozo	38	3.04		Arenas y Gravas			1	
2511-5-062 (23)	06/09/85	600660	4676130	273	Sondeo	11			Arenas y Gravas	Agri- cultura			
2511-6-063 (24)	04/05/85	600200	4676630	268	Pozo		2.03		Arenas y Gravas			1	
2511-5-064 (25)	06/04/85	600580	4676800	273	Pozo	10			Arenas y Gravas				Motor eléctrico
2511-5-065 (26)	06/04/85	598390	4676955	277	Pozo	7.6	3.8		Arenas y Gravas				Motor diessel
2511-6-018 (27)	13/07/88	600500	4677200	284	Pozo		7.78		Arenas y Gravas	Indus- tria	86.3	1	
2511-6-019 (28)	13/07/88	598350	4677058	278	Pozo	7.5	3.6		Arenas y Gravas	Riego	180		
2511-5-220 (29)	13/07/88	601106	4677300	290	Sondeo	29	20		Arenas y Gravas	Riego	3		

N° INVEN.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF (m)	NIVEL (m)	Q.(l/-sg.)	LITOL.	USO	EXT.ANUAL (Dm <sup>3</sup> /año)	N° A.Q	OBSE-RV.
2511-5-221 (30)	13/07/88	600050	4676350	273	Pozo	6.8	38		Arenas y Gravas	No se usa			
2511-5-222 (31)	13/07/88	600200	4676200	272	Pozo	6.3	3.4		Arenas y Gravas	Riego			
2511-5-223 (32)	13/07/88	601150	4676700	272	Pozo	5.8	3.1		Arenas y Gravas				
2511-5-224 (33)		600500	4677450	285	Sondeo				Arenas y Gravas				Sondeo const. durante el invent.
2511-6-004 (34)				274	Pozo	8	1.5	0.3	Arenas y Gravas	Abastec.		57	Abastece a Milagro
2511-6-005 (35)				271	Pozo	4.9	1.6	36	Arenas y Gravas	Desconocido			
25116007 (36)				273	Pozo	5.5	4.65	48.6	Arenas y Gravas				
2511-6-015 (37)				272	Pozo	5.6	4.25		Arenas y Gravas				
2511-6-018 (38)				273	Pozo	3.7	2.9		Arenas y Gravas	No se usa			

N° INVEN.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF (m)	NIVEL (m)	Q. (l/-sg.)	LITOL.	USO	EXT. ANUAL (Dm <sup>3</sup> /año)	N° A.Q.	OBSE-RV.
2511-6-019 (39)				274	Pozo	6.9	5.2		Arenas y Gravas	Desconocido		1	
2511-6-020 (40)				271	Pozo	4.22	3		Arenas y Gravas				
2511-6-021 (41)				272	Pozo	4.2	3.2		Arenas y Gravas				
2511-6-025 (42)				272	Pozo	1.7			Arenas y Gravas	No se usa			Está seco
2511-6-027 (43)				272	Pozo	5.5	3.2		Arenas y Gravas	Desconocido		1	
2511-6-051 (44)	06/04/85	601730	4677100	285	Sondeo	18	17		Arenas y Gravas	Agricultura			
2511-6-052 (45)	05/04/85			278	Pozo					No se usa			Dió agua lodada y se tapó
2511-6-053 (46)	04/04/85			280	Pozo	15	10		Arenas y Gravas	Ganadería		1	
2511-6-064 (47)	05/04/85	604500	4677700	274	Pozo	3	1.87		Arenas y Gravas	Desconocido			

N° INVEN.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF (m)	NIVEL (m)	Q. (l/-sg.)	LITOL.	USO	EXT. ANUAL (Dm³/año)	N° A.Q.	OBSE-RV.
2511-6-065 (48)	06/04/85	603250	4677140	274	Piezo.		4		Arenas y Gravas	Desconocido		1	
2511-6-068 (49)	20/02/85	603430	4675220	273	Piezo.	53	6		Arenas y Gravas				
2511-6-069 (50)	20/02/85	603405	4675220	273	Sondeo	33	5.42	148	Arenas y Gravas			2	Sondeo de pre-explotación
2511-6-232 (51)	12/07/85	603150	4677400	275	Pozo	3.6	3.4		Arenas y Gravas	Riego	3		
2511-6-233 (52)	12/07/85	605550	4677400	271	Pozo	5.5	1		Arenas y Gravas	Desconocido		1	
2511-6-234 (53)	12/07/85	603150	4677400	275	Pozo	5	3.4		Arenas y Gravas	Riego	3		
2511-6-235 (54)	13/07/88	603450	4677400	272	Pozo	4	3.3		Arenas y Gravas	Riego	3		
2511-6-236 (55)	13/07/88	603400	4677400	272	Pozo	4.6	2.9		Arenas y Gravas	Riego	3	1	
2511-6-237 (56)	13/07/88	604800	4677400	272	Pozo	5.3	2.35		Arenas y Gravas	Riego	3		
2511-6-238 (57)	13/07/88	604050	4677400	272	Pozo	5	3.6		Arenas y Gravas	Riego	3	1	

CUADRO I.- Resumen del inventario de puntos de agua

punto concreto se realizarán mediante este último número y entre paréntesis el código registrado en los archivos antes mencionados.

Las profundidades de los pozos oscilan entre los 3 y los 15m. y de los sondeos entre 11 y 53m.

Un 55% de los puntos no se utiliza o se desconoce su uso en la actualidad. El resto se aprovechan mayoritariamente para el riego de huertas.

Aunque la mayor parte de las industrias se abastecen de la red municipal, todas poseen en general pozos propios.

El pozo nº34 (2511-6-004) se utiliza para el abastecimiento del núcleo urbano.

#### 4.2.- GEOFISICA

Para la elaboración del presente apartado se ha podido disponer de la información geofísica procedente de los siguientes estudios:

- Los perfiles P-IV y P-VI corresponden al "*Estudio hidrogeológico de una zona del aluvial del Ebro y del Aragón entre San Adrián y Arguedas (Navarra)*", realizada por la empresa INGEMISA para el Gobierno de Navarra, Servicio de Obras Públicas, Sección de Recursos Hidráulicos y Geología, 1.985.
- Los perfiles nº 8 y nº17 corresponden al "*Proyecto Hidrogeológico de Navarra*", realizado por Compañía General de Sondeos para el Gobierno de Navarra, Servicio de Obras Públicas, Sección de Recursos Hidráulicos y Geología, 1977.

- El perfil P-A corresponde al "*Estudio del Cuaternario del Ebro entre Lodosa y Cortes*", realizado por Compañía General de Sondeos para el Servicio Geológico de Obras Públicas, 1.991.
- Los perfiles nº8,9 y 10 corresponden al "*Estudio del cuaternario del Ebro y Afluentes*" realizado para el Servicio de Geofísica del Instituto Tecnológico Geominero de España, 1.990.

Por lo que respecta al primero de los informes citados, la relación entre litologías y resistividad en Ohm.m. que se establece es la siguiente:

<i>Litología</i>	<i>Resistividad Ohm.m.</i>
Limos y arcillas . . . . .	3-20
Mezcla de Limos y arcillas con arenas . . . . .	20-60
Arenas con excasos finos . . . . .	60-100
Arenas con gravas limpias . . . . .	100-400
Gravas secas . . . . .	> 400

Los materiales del substrato (arcillas y yesos) poseen una resistividad variable en función del predominio de una u otra litología en cada punto. En general, los valores de resistividad, más frecuentes del substrato son del orden de 10 a 30 Ohm.m.

En el segundo de los informes referenciados se establecen los siguientes rangos de resistividad:

<i>Litología</i>	<i>Resistividad Ohm.m.</i>
Materiales arcillosos . . . . .	< 20
Limos y arenas . . . . .	30-150
Gravas y arenas más o menos limpias . . . . .	280-1.000
Gravas limpias (o secas) . . . . .	1.000-2.000

Zonas superficiales muy secos o influenciadas por yesos . . . . . >2.000

En los otros dos informes citados, el orden de magnitud de las resistividades a aplicar en la litología son similares ya que han utilizado los mismos métodos de trabajo y el mismo modelo interpretativo de las curvas de campo.

La situación de los sondeos eléctrico-verticales (SEV) queda reflejada en la figura nº 1 a escala 1:50.000.

La representación de los perfiles se indica en la figura nº 2 y como comentarios de interés hidrogeológico cabe señalar:

- 1.- Del perfil nº 8; sólo queda incluido el SEV nº 36. Lo más destacable es la presencia de un paquete de unos 10m. de potencia y resistividad 650 Ohm.m. y que debe de comprender a la terraza baja del Ebro. Dicho SEV penetra hasta 173m. de profundidad con resistividades de 19 Ohm.m. y por debajo de la misma hay un valor de 52 Ohm.m. que no debe de corresponderse con ningún nivel de interés hidrogeológico.
- 2.- Del perfil nº 2, destacan por su interés hidrogeológico, los SEV, nº 5 y nº 6, con la presencia de un paquete resistivo (200-250 Ohm.m.) próximo a 40m. y aquí reduce su espesor a 25-30m. tanto hacia el N como hacia el S.
- 3.- El perfil P-A es muy irregular puesto que aunque queda claramente definido el paquete cuaternario, este presenta unos valores que oscilan entre 41 y 500 Ohm.m. y quizá explicables por la mayor o menor zona saturada del paquete resistivo o, incluso, por la calidad del agua.

- 4.- El perfil 9, es muy claro, define a la altura del SEV nº 43 un paquete muy resistivo (1.300 Ohm.m.) que debe de comprender una terraza colgada y seca; por el contrario, a la altura del SEV nº 41, define un paquete de 35-40 m. y resistividades 146 Ohm.m. de indudable interés hidrogeológico. Por otro lado, el citado SEV, penetra más allá de los 177 m. con valores muy bajos de resistividad.
  
- 5.- El perfil nº 8 incluye dentro del término municipal de Milagro los SEV del nº 1 al nº 9. Confirma, en parte, lo señalado en el perfil anterior (9) en el sentido de definir con valores menos altos de resistividad 1500-3000 Ohm.m. lo que sería una terraza colgada y seca (SEV nº 1,2,3 y 4). Asimismo define con precisión un paquete resistivo con potencia de 20m. en el SEV nº 5 y 40m. a la altura de los SEV nº 8 y 9. Llama la atención los elevados valores del paquete atribuido a arcillas, margas y yesos del terciario con resistividades entre 25 y 80 Ohm.m. Define una zona de indudable interés hidrogeológico.
  
- 6.- Del perfil nº 10 se incluye, únicamente, el SEV nº 47. La penetración interpretativa del SEV, llega a 200m. y presenta un paquete de resistividades de 90 Ohm.m. y espesor de 60m. difícil de atribuir al espesor del cuaternario. No obstante se considera que es un punto donde es recomendable un sondeo mecánico y una reinterpretación del citado SEV.
  
- 7.- El perfil nº 17 se desarrolla sobre la terraza del río Aragón; el esquema geofísico interpretativo es similar al del Ebro. El paquete resistivo de interés presenta valores más bajos (40-100 Ohm.m.) puede ser consecuencia de la distinta calidad de las aguas subterráneas en el Aragón y en el Ebro o a diferencias litológicas o sedimentarias. El espesor máximo es de 20m. y se acuña hacia el Este a valores próximos a 10 m.

8.- El perfil P-IV presenta gran interés hidrogeológico ya que define con nitidez un paquete resistivo (terrazas asociadas al Aragón y al Ebro) de unos 40m. de potencia (llega a 50m. a la altura del SEV nº9) entre los SEV nº 8 y 12. Este paquete se acuña hacia el NW pasando de espesores de 20m. en el SEV nº 6 y de 10m. en los SEV nº 3 y 4. El substrato arcillo-margoso queda muy marcado en todos los SEV.

#### 4.3.- SONDEOS DE RECONOCIMIENTO Y PREEXPLOTACION

Unicamente se dispone de información detallada de los puntos 49 (25116068) y 50 (25116069). En estos puntos se conocen con detalle las columnas atravesadas y/o se ha efectuado ensayos de bombeo.

En el resto de sondeos y pozos inventariados no figuran las columnas de materiales atravesados y sólo en algunos casos se conocen los caudales que se extraen actualmente pero no los caudales óptimos de explotación.

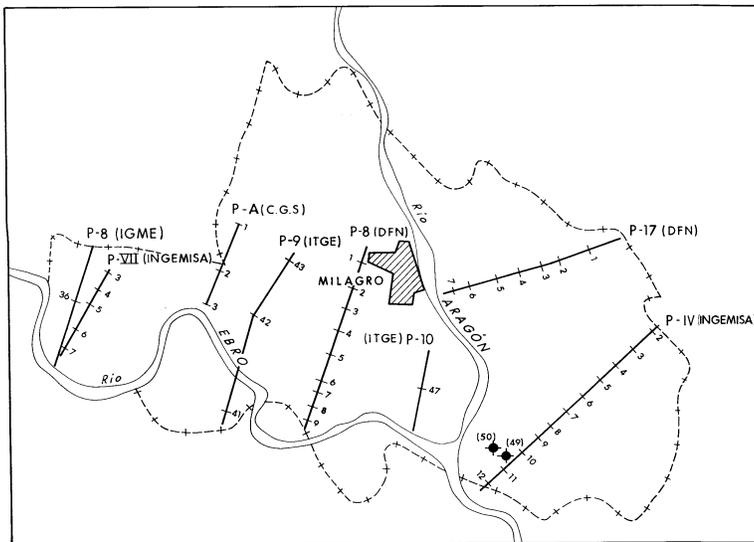
En la figura nº 1 se representan los puntos mencionados juntos con los SEV realizados y las profundidades de substrato impermeable en cada caso.

##### *Sondeo 49 (2511-6-068)*

Es un sondeo de reconocimiento realizado en 1.985 a rotoperCUSión hasta 50m. y a rotación entre los 50 y 53m. de profundidad final.

##### **Columna litológica**

0-52,5m	Grava y arena de grano medio y grueso con ocasionales niveles de arena fina.
52,5-53m.	Arcilla azulada.



**LEYENDA**

- +---+ Límite del municipio
- +---+ 24 Perfiles geoelectríficos y Nº S.E.V.
- ◆ Sondeo de reconocimiento

ESCALA 1/50.000

Figura 1.- SITUACIÓN DE LOS PERFILES GEOELÉCTRICOS Y SONDEO DE RECONOCIMIENTO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MILAGRO.

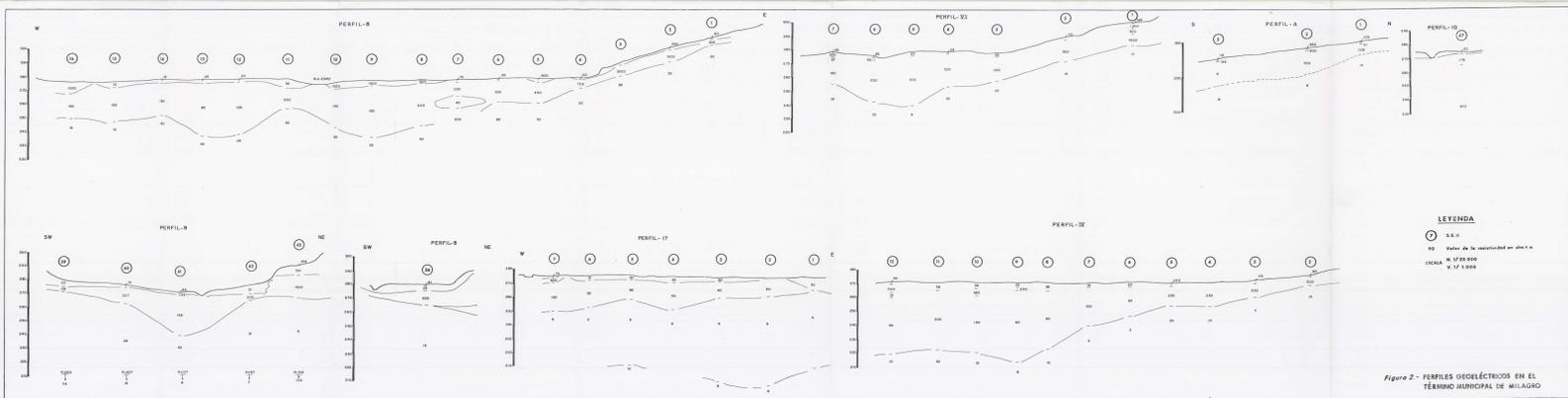


Figura 2.- PERFILES GEOELÉCTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MILAGRO

**Características técnicas:**

Fue necesario utilizar tubería auxiliares de revestimiento de 175, 139, 114, 89 y 64mm. de diámetro sucesivamente, conforme se avanzaba en profundidad.

Una vez finalizado el sondeo se habilitó como piezómetro, mediante la instalación de un tubo de PVC hasta los 39m. de profundidad, ranurado a partir de 5m.

El nivel de agua al finalizar la perforación quedó situado a unos 6m. de profundidad.

***Sondeo 50 (25116069)***

Se realizó en 1.985 a percusión hasta una profundidad total de 33m. Se llevó a cabo para conocer las posibilidades hidrogeológicas de la unidad 5 con el objeto de hacer posible la puesta en regadío de un sector seleccionado por Riegos de Navarra, S.A.

**Columnas litológica**

0-31m.	Gravas con muy escasas y delgadas pasadas arenosas.
31-33m.	Arenas medias y finas.

No se llegó al alcanzar el substrato arcilloso impermeable.

**Características Técnicas:****Perforación**

Profundidad (m)    Diámetro de perforación (mm)

0-12	700
12-20	650
20-33	550

#### REVESTIMIENTO

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	ESPELOR (mm)	NATURALEZA
0-9	550	8	Ciega (metálica)
9-15	550	8	Puentecillos de 1,5 mm de abertura (metálica)
15-17	550	8	Ciega (metálica)
17-29	550	8	Puentecillo (idem)
29-33	550	8	Ciega (metálica)

Se instaló un empaque de grava silícea calibrada de 4-8mm de diámetro.

Al finalizar la perforación se localizó el nivel de agua a los 6m. de profundidad. Se observaron durante la perforación oscilaciones ajenas a las labores de limpieza.

#### Bombeo de ensayo

Se realizaron tres bombeos escalonados previos al ensayo a caudal continuo.

Se comprobó que estos bombeos contribuyeron a desarrollar el sondeo, mejorando notablemente las condiciones de circulación del agua hacia el sondeo.

El bombeo a caudal continuo se inició después de realizar tres escalones de 5 minutos de duración cada uno a caudales crecientes de 60, 90 y 120 l/seg. continuando el bombeo con un caudal de 148 l/seg. durante 51 horas.

La depresión máxima obtenida fue de 2,17m. Se midió la recuperación durante 14 minutos al cabo de los cuales quedaba una depresión residual de 0,21m.

La transmisividad del acuífero calculada por el método de Jacob resultó ser de 8.500m<sup>2</sup>/día.

#### 4.4.- DEFINICION DE ACUIFEROS

Los materiales de permeabilidad alta aflorantes en el municipio corresponden a los depósitos de origen fluvial cuaternarios (unidades 3, 4 y 5). Los depósitos terciarios son impermeables o de permeabilidad muy baja y constituyen el substrato impermeable sobre el que se asientan los materiales acuíferos existentes en Milagro.

Las unidades geológicas cuaternarias mencionadas se pueden definir también como acuíferos distintos, que presenta algunas características diferenciadoras, aunque estén interconectadas entre sí.

##### 4.4.1.- CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS Y GEOMÉTRICAS DE LOS ACUIFEROS

###### *Unidad 5*

Corresponde a la terraza actual o llanura de inundación.

Según los datos expuestos hasta ahora está constituida por materiales detríticos sueltos según una secuencia vertical de gravas y arenas gruesas en la base y limos y arcillas en los niveles superficiales. Esta secuencia puede variar en detalle debido a cambios de facies laterales que disponen los materiales de diferente granulometría según lentejones más o menos continuos y con distinta envergadura. Estos lentejones se han detectado con mucha frecuencia a lo largo del acuífero aluvial y parecen ser menos abundantes en algunas zonas del municipio de Milagro, concretamente en el sector en el que se han realizado sondeos de reconocimiento se han observado secuencias bastante homogéneas de gravas con delgadas pasadas arenosas.

La potencia es variable siendo en la confluencia del Ebro y Aragón donde se han detectado los mayores espesores a nivel regional. Según los datos de geofísica en esta zona se alcanzan, al menos, los 60m. de profundidad lo cual está en parte confirmado en el sondeo de reconocimiento 49 (2511-6-068) en el que se atravesaron 53m. Alejándose de este sector los espesores disminuyen hasta valores que oscilan normalmente entre 10 y 25m; esta variabilidad implica la presencia de un substrato de topografía ondulada con relieves que en algunos sectores pueden constituir umbrales.

El acuífero está limitado normalmente por los materiales permeables de la unidad 4 y en algunos sectores por los materiales impermeables terciarios.

#### *Unidad 4*

Corresponde con terrazas situadas a una altura por encima de los 10m con relación al nivel actual del río Ebro.

Las características litológicas son similares a las de la unidad 5. La transición con esta unidad está marcada por un escarpe abrupto.

La potencia es también variable aunque se estiman espesores máximos de 20m.

Los límites del acuífero los constituyen al Sur los materiales de la unidad 5, con los que están intercalados, y al Norte los materiales impermeables del Terciario.

### *Unidad 3*

Corresponde a las terrazas colgadas más antiguas y que se encuentran muy deformadas por efecto de la tectónica cuaternaria de origen halocinético.

Litológicamente están constituidos por gravas y conglomerados con lentejones de limos y arcillas.

Los espesores máximos se han estimado en 10-15m.

El substrato impermeable está formado por arcillas y yesos terciarios, que imponen las condiciones de borde en todos los límites de afloramientos.

#### **4.4.2.- PIEZOMETRIA**

En la unidad 5 el nivel piezométrico se sitúa próximo a la superficie topográfica y presenta oscilaciones estacionales que suelen variar entre 3 y 6m. generalmente.

La profundidad del nivel aumenta progresivamente en la unidad 7 hasta alcanzar valores que pueden superar los 15m, con oscilaciones estacionales del mismo orden de amplitud que en el caso anterior.

Las fluctuaciones piezométricas están influidas, fundamentalmente, por el nivel de agua en los ríos Ebro y Aragón. En zonas de la unidad 5 sometidas a riegos intensivos se pueden originar afecciones en los niveles debido a los excedentes de riego.

La morfología de la superficie piezométrica elaborada con datos de puntos situados en ambas márgenes del Aragón, contenida en el Estudio Hidrogeológico de Navarra, muestra que el flujo subterráneo se realiza en sentido NO-SE y O-E o SO-NE en las márgenes izquierda y derecha del Ebro, así como N-S en el Aragón; con líneas convergentes hacia los cauces de los ríos, que actúan como áreas de drenaje del acuífero durante la mayor parte del año, excepto en épocas de fuertes crecidas en las que temporalmente los ríos alimentan el acuífero.

#### **4.4.3.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO**

Las unidades 5 y 4 constituyen un acuífero libre formado por materiales no consolidados y permeables por porosidad.

La recarga de los acuíferos se produce a partir de cuatro factores fundamentales:

- Precipitación directa sobre los mismos
- Infiltración de la escorrentía superficial de la cuenca vertiente al acuífero situada sobre materiales impermeables.
- Infiltración procedente de los excedentes de riego.

- Infiltración en las márgenes de los ríos por crecidas y desbordamientos.

Los ríos Ebro y Aragón actúan como área de drenaje durante la mayor parte del año excepto en épocas de crecidas en las que se puede producir recarga. La circulación subterránea se realiza, por lo tanto, preferentemente según líneas convergentes al cauce en el sentido de circulación del río.

El contacto entre las dos unidades acuíferas se realiza generalmente a través de un escarpe que corresponde a un escalón morfológico-estructural relacionado con la tectónica cuaternaria de origen halocinético.

En las zonas de contacto existe generalmente conexión hidráulica aunque, excepto en puntos localizados, el substrato impermeable asciende progresivamente de cota conforme no alejamos del río, lo cual implica que el espesor del acuífero saturado disminuya a medida que progresa la distancia al cauce del río. En algunos sectores el substrato se encuentra muy próximo a la superficie en la zona de contacto entre ambas terrazas de manera que la conexión hidráulica es deficiente pudiendo quedar desconectadas en función de las fluctuaciones piezométricas.

En régimen de explotación del acuífero, con captaciones relativamente próximas a los ríos, estos actúan como barrera positiva con potencial hidráulico constante. Esto indica que el caudal extraído procede, a partir de un cierto tiempo, del caudal aportado por el río según un proceso de descarga inducida. Dada la alta permeabilidad de los materiales, la conexión hidráulica con los cauces superficiales se produce de forma eficaz y las captaciones pueden proporcionar caudales elevados con depresiones reducidas y niveles prácticamente estabilizados.

La unidad 3 constituye igualmente un acuífero libre, permeable por porosidad, pero sin conexión hidráulica con los cauces superficiales. Los valores de transmisividad se estiman reducidos así como los valores de la porosidad eficaz. Sólo localmente, en zonas deprimidas del substrato, se pueden encontrar condiciones hidrogeológicas relativamente favorables para la ubicación de captaciones aunque con caudales reducidos.

## **5.- SITUACION ACTUAL DE ABASTECIMIENTO URBANO**

---

## 5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

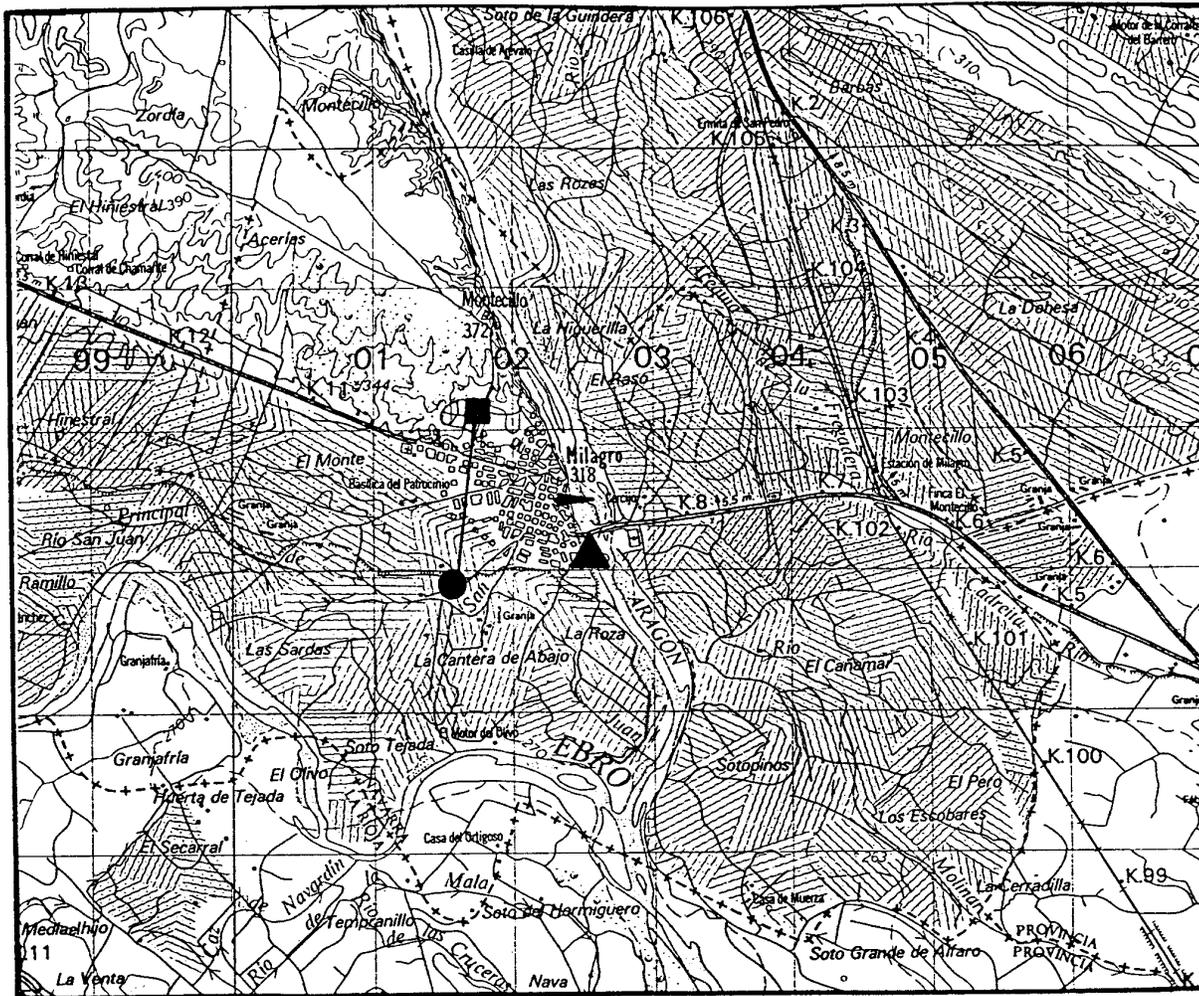
---

En la figura n° 3 se puede observar la localización de las captaciones de aguas, depósitos reguladores, salida de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos urbanos.

### 5.1.- CAPTACIONES EXISTENTES

Milagro se abastece actualmente de un pozo diferenciado con el código 2511--6-004 en el inventario de puntos de agua (plano n° 1). Las principales características de este pozo son las siguientes:

- Año de construcción: 1.970
- Profundidad del pozo: 7m.
- Diámetro: 6.000mm.
- Revestimiento: anillos de hormigón
- Profundidad del nivel de agua (06/02/91): 3,5m.
- Cota: 274 m.
- Distancia al depósito regulador: 1.545m.
- Equipamiento: dos bombas de 80 CV con una capacidad de extracción de 150 m<sup>3</sup>/hora cada una. Son bombas de funcionamiento automático. Normalmente se utiliza sólo una y la otra se mantiene como reserva para el caso de averías.
- Horas de funcionamiento: de Abril a Noviembre se extrae agua durante 20 horas diarias. El resto del año durante 5 horas.



ESCALA: 1/50.000

LEYENDA

- Captación de aguas subterráneas.
- Depósito regulador.
- ➔ Salida general de la red de saneamiento.
- ▲ Vertedero de residuos sólidos urbanos.

FIGURA 3: Situación de la captación, depósito regulador, salida general de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos urbanos.

## 5.2.- INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO

### 5.2.1.- DEPOSITOS REGULADORES

#### *Depósito D1*

- Año de construcción: 1.975
- Cota (en la puerta): 351,74m.
- Capacidad: 1.000 m<sup>3</sup>
- Tipo: rectangular semienterrado.
- Estado general: actualmente se observan fugas estimadas en 1.2 m<sup>3</sup>/hora.
- Observaciones: su capacidad es claramente insuficiente para los consumos actuales.

#### *Depósito D2*

- Año de construcción: 1.965
- Cota (en la puerta): 331m.
- Capacidad: 700 m<sup>3</sup>
- Tipo: rectangular semienterrado.
- Estado general: bueno, sin fugas.
- Observaciones: sería conveniente la colocación de un contador en la salida para cuantificar pérdidas en la red.

Este depósito recibe el agua de D1 después de pasar por la planta descalcificadora. A partir de aquí se distribuye a la población.

### 5.2.2.- CARACTERISTICAS DE LA DISTRIBUCION

La conducción entre el depósito D1 y la captación se encuentra en buen estado y prácticamente no se detectan averías. Tiene las siguientes características:

- Año de construcción: 1.975
- Longitud: 1.545m.
- Desnivel: 77,74m.

La distancia entre D1 y D2 es de 50m. y tienen una diferencia de cota de 20m. aproximadamente.

La red de distribución es muy antigua; los tramos más modernos tienen de 35 a 40 años y se producen fugas con frecuencia.

### **5.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS AGUAS Y CONTROL SANITARIO**

El agua se trata con cloro-gas en la salida del pozo. Entre los depósitos D1 y D2 se ha instalado una planta descalcificadora.

Diariamente se determina el cloro libre en la red de abastecimiento.

El Instituto de Salud Pública de Navarra realiza análisis químico-bacteriológicos en origen y en red con una periodicidad que normalmente es mensual.

El pozo de abastecimiento de Milagro forma parte de la red de calidad de aguas subterráneas de Navarra establecida por el Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra y es muestreado trimiestralmente.

## **6.- ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA**

---

## **6.- ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA**

---

Actualmente la red de abastecimiento municipal cubre el consumo de agua doméstico e industrial. Este abastecimiento se realiza exclusivamente mediante aguas subterráneas.

La demanda de agua para usos agrícolas se cubre mayoritariamente mediante aguas superficiales tomadas independientemente de la red municipal.

Se ha podido disponer de los datos correspondientes a los contadores instalados en la red. Estos datos reflejan el consumo total de agua registrado por trimestres. Los consumos de las industrias y granjas más importantes únicamente se han podido diferenciar para el 3<sup>er</sup> y 4<sup>o</sup> trimestres de 1.990, pero, debido a que estos consumos son similares en los otros dos trimestres, se estimarán en los siguientes capítulos las cantidades desglosadas de consumo doméstico e industria.

No se registran las cantidades de agua utilizadas en los servicios municipales (oficinas, escuela, jardines, limpieza de calles, etc.). ni tampoco posibles fugas en la red. Debido a que no existen contadores que totalicen el consumo total en las captaciones, no se conoce con exactitud que caudales suponen los últimos aspectos comentados.

### **6.1.- DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO**

La población de hecho de Milagro es de 2.501 habitantes según el padrón municipal de 1 de Enero de 1.990. Los aumentos de población de forma estacional son cercanos a los 1.000 habitantes durante los meses de verano.

Los consumos domésticos durante el año 1.990 han sido los siguientes:

- 1er trimestre: 32.296 m<sup>3</sup>
- 2º trimestre: 47.742 m<sup>3</sup>
- 3er trimestre: 31.292 m<sup>3</sup>
- 4º trimestre: 31.045 m<sup>3</sup>
- Consumo doméstico total: 142.375 m<sup>3</sup>

Estos consumos suponen un valor medio de 156l/hab./día con un valor máximo de 210l/hab./día en el segundo trimestre y un valor mínimo de 138l/hab./día en el cuarto trimestre.

## 6.2.- DEMANDA DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL

Se contabilizan un total de 6 industrias y 5 granjas para las que se toman registros de consumo diferenciado del doméstico.

Unicamente se ha podido disponer de los datos del 3er y 4º trimestres de 1.990. Según estimaciones del propio ayuntamiento estos consumos deben ser similares a los del 2º y 1er. trimestres respectivamente:

- 3er trimestre: 20.400 m<sup>3</sup> (industria); 168 m<sup>3</sup> (granjas)
- 4º trimestre: 12.600 m<sup>3</sup> (industria); 1.540 m<sup>3</sup> (granjas)
- Consumo total en 1.990: 72.440 m<sup>3</sup>

## 6.3.- DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA

La superficie total ocupada por cultivos agrícolas en el municipio se ha obtenido a través de la publicación "Superficies ocupadas por cultivos agrícolas en los municipios de Navarra (1.981-1984)", editada por el Departamento de Informática y Estadística del Gobierno de Navarra.

Debido a que se desconocen las cantidades de agua utilizadas para riego, usaremos como base para el cálculo las dotaciones medias/hectárea calculadas en la Cuenca del Ebro y que se establecen en el Documento resumen del Plan Hidrológico del Ebro, de marzo de 1.986. Estas dotaciones son de 8.545 m<sup>3</sup>/-Ha./año.

La extensión total del municipio es de 2.810 Ha. Según los datos correspondientes a 1.984 1.454Ha. se dedican a cultivos de regadío.

Aplicando la dotación media antes mencionada, resulta una demanda de 12,5 Hm<sup>3</sup>/año.

No se conocen datos porcentuales de la superficie regada con aguas subterráneas, aunque de las informaciones aportadas en el ayuntamiento se deduce que no es representativa frente a la regada con aguas superficiales.

#### 6.4.- DEMANDA TOTAL DE AGUA

En este apartado se hace referencia únicamente a la que queda cubierta con la red de abastecimiento municipal.

El consumo total registrado en los contadores es de 214.815 m<sup>3</sup>/año que supone un consumo medio de 235 l/hab./día.

Debido a que en estos valores no se incluyen los consumos de las instalaciones municipales, ni las fugas de la red (se estima que son superiores al 50%), se puede concluir que el caudal medio extraído de la captación de aguas es muy superior a los parámetros establecidos por las "Normas para los Proyectos de Abastecimiento de Agua" publicados en el B.O.N. (6-October-1.986)

del Gobierno de Navarra; según estas normas las dotaciones para poblaciones entre 1.000 y 6.000 habitantes deben de ser de 200l/hab./día, incluyéndose en estas dotaciones todas las posibles utilizaciones de agua dentro del núcleo urbano.

**7.- ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA**  
**(AÑO HORIZONTE 2.015)**

---

## 7.- ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE 2.015)

---

### 7.1.- EVOLUCION DE LA POBLACION

Se establece la tasa de crecimiento anual en función de la evolución demográfica que se ha dado durante los últimos años.

Año Población Tasa de crecimiento

Año	Población	Tasa de crecimiento
1.940	2.842	--
1.950	2.931	0,309%
1.960	2.993	0,210%
1.970	2.714	-0,974%
1.980	2.312	-1,590%
1.990	2.501	0,798%

Adoptando una tasa de crecimiento anual del 1%, algo superior a la registrada en los últimos 10 años, la población resultante para el año 2.015 es de 4.013 habitantes.

### 7.2.- CONSUMO FUTURO

Según la Orden Foral 2.955/1.986 de 22 de Septiembre, las dotaciones teóricas para poblaciones de 1.000 a 6.000 habitantes deben ser de 200 l/hab./día, y se aplica un aumento anual acumulativo de 2% de esta dotación hasta el año

horizonte considerado. La dotación que se aplique a la población temporal será de 200 l/hab./día invariablemente.

La dotación media para el año 2.015 debe ser de 328 l/hab./día. El volumen total medio necesitado para ese año será de 491.210 m<sup>3</sup>/año (16 l/seg.). El caudal medio máximo, épocas de verano, será de 18 l/seg.

Debido a que el consumo industrial es elevado en la zona, se debe considerar el valor antes citado como orientativo de necesidades mínimas, pudiendo llegar estas a superar los 20-25 l/seg. en función del desarrollo industrial futuro.

Tampoco se considera en este valor las importantes pérdidas que se producen en la red.

**8.- CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS  
HIDRICOS**

---

## 8.- CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS

---

### 8.1.- INFORMACION RECOPIADA

La información hidroquímica que se ha utilizado durante la realización de este informe procede:

- Del presente estudio, ya que se tomó muestra de agua de la captación destinada al abastecimiento de la población.
- De las bases de información facilitadas por el Gobierno de Navarra, en las que se incluyen los datos de las redes de control periódico, así como de trabajos realizados de manera esporádica por diferentes organismos o empresas.

En la tabla nº 1 se resumen los puntos de agua con información hidroquímica disponibles en este estudio para el término municipal de Milagro, indicando el número de análisis con los que se cuenta en cada caso, así como las fechas en las que se realizaron. El volumen de información es apreciable, sobre todo relativo a los dos puntos de control periódico situados en el término municipal, y se refiere principalmente a parámetros químicos estándar (mayoritarios, especies nitrogenadas, etc.). La información sobre metales pesados, así como contaminantes orgánicos es muy escasa o nula. En el anexo 2 se han incluido los listados de los análisis utilizados.

Como se aprecia, existen dos puntos, el 2511-5-009 y el 2511-6-004 con un registro numeroso. El segundo de ellos, que corresponde al abastecimiento,

PUNTO N°	DENOMINACION	N° ANALISIS	FECHAS
2511-5-002	Ramillo	1	9/75
2511-5-004		1	9/88
2511-5-005	Ramillo	1	8/85
2511-5-006	Ramillo	2	9/75,8/85
2511-5-008	Ramillo	1	9/75
2511-5-009	Dehesa de S.Juan	54	9/75-9/88
2511-5-011	Olivo Arriba	1	9/75
2511-5-018		1	1/77
2511-5-052	Milagro	1	5/85
2511-5-053		1	8/85
2511-5-055		1	8/85
2511-5-056		1	8/85
2511-5-057		1	8/85
2511-5-061		1	8/85
2511-5-062		1	9/88
2511-5-063		1	8/85
2511-5-064		1	8/85
2511-5-218		1	10/88
2511-6-004		57	9/75-9/90 y 2/91
2511-6-019	Monte Hondo	1	2/76
2511-6-027	Muerza	1	8/85
2511-6-053		1	8/85
2511-6-065		1	8/85
2511-6-069		2	2/86
2511-6-233		1	9/88
2511-6-236		1	9/88
2511-6-238		1	10/88

Tabla n° 1.- Resumen de la información disponible en el término municipal de Milagro: puntos de agua, número de análisis y fechas de muestreo.

abarca un mayor periodo de muestreo con datos recientes correspondientes a los análisis efectuados en este estudio.

## 8.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Las aguas subterráneas en este término municipal tienen en general una mineralización notable. Las que se sitúan en la terraza baja del Ebro y Aragón presentan mayoritariamente conductividades inferiores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Las pertenecientes a la terraza media o incluso a las partes más alejadas del río en la terraza baja, superan siempre este valor con un máximo de 2700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por lo que ocasionalmente presentarían carácter salobre.

Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico-Sanitaria del 20 de septiembre de 1990), algunas de las aguas de la zona sobrepasan la concentración máxima admisible de sulfatos (250 mg/l) y magnesio (50 mg/l).

Respecto a la dureza, se encuentran en el rango de aguas de dureza media a duras, aunque existen captaciones con aguas extremadamente duras, como es el caso de los puntos 2511-6-019, 2511-6-053 y 2511-6-238. El calcio es el principal catión que condiciona su valor.

En el caso del abastecimiento urbano, los posibles problemas de incrustaciones se han subsanado por el tratamiento previo a su distribución en una planta descalcificadora.

### 8.2.1.- FACIES QUIMICAS

En la zona del aluvial del Ebro, los tipos aniónicos son mixtos, los más frecuentes son bicarbonatado-sulfatados y sulfatado-bicarbonatados. Sólo en el punto 2511-6-

065 el cloruro es el ión mayoritario, aunque en algunos casos alcanza porcentajes elevados, sobre todo en las terrazas medias y parte interior de las bajas en la margen izquierda del río Aragón.

Respecto a los cationes, el tipo de agua cálcico es el predominante en el área del Ebro. Los porcentajes de sodio elevados se asocian con los de cloruros, y llegan a ser dominantes en algunos puntos, como el 2511-6-053 y 2511-6-065.

La composición iónica del agua en el aluvial del Ebro está determinado por las condiciones litológicas del medio en la zona. La presencia de sulfatos en disolución podría corresponderse con la abundancia de yesos en la matriz arcillosa. Localmente, el aumento de la importancia del carácter clorurado sódico, puede deberse a factores mineralógicos restringidos.

### **8.2.2.- EVOLUCION TEMPORAL DE LA CALIDAD**

En los gráficos de las figuras 4 y 5 se han representado las series de datos más continuos en el tiempo, que corresponden a los puntos 2511-5-009 y 2511-6-004.

La serie más larga en el tiempo es la del punto 2511-6-004. Está situado en una zona de la terraza baja distante del cauce del río. El otro punto está situado mucho más cerca del río y presenta una evolución similar, aunque la mineralización total es menor que en el anterior.

En general no se observan variaciones importantes, aunque si se puede establecer una tendencia hacia un progresivo aumento de la concentración iónica en la aguas. Este hecho es particularmente importante para el caso de iones como el nitrato que en la actualidad están rozando los límites de potabilidad. Esta evolución se manifiesta

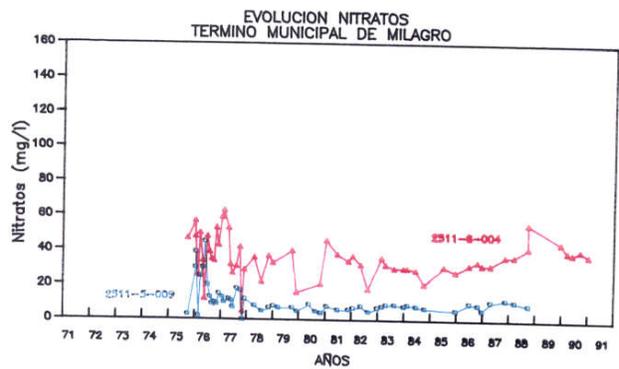
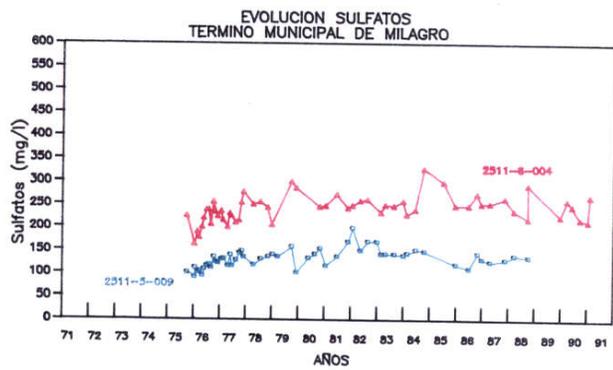
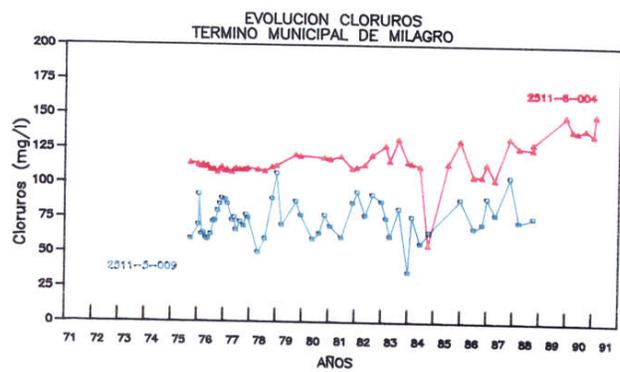
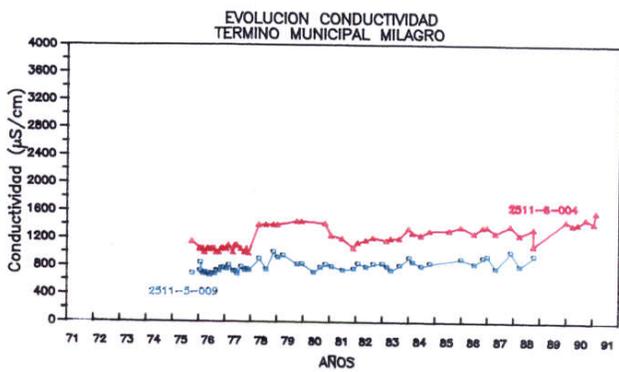


FIGURA 4: Evolución temporal de la conductividad y aniones controlados periódicamente.

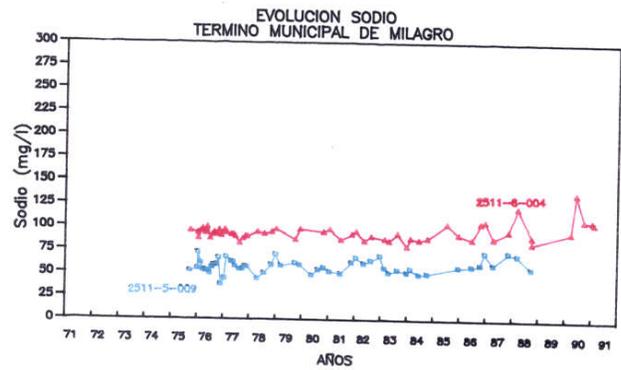
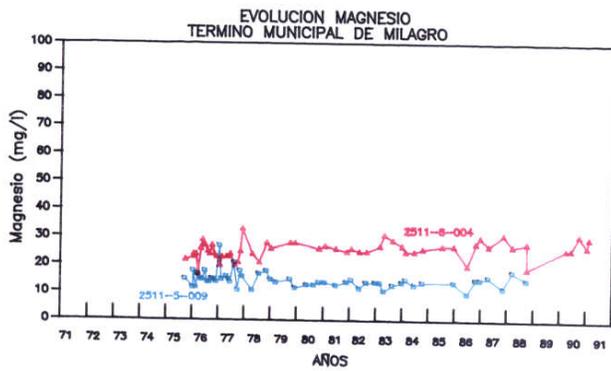
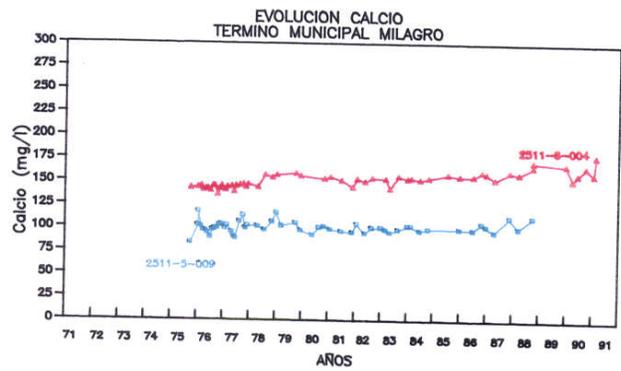
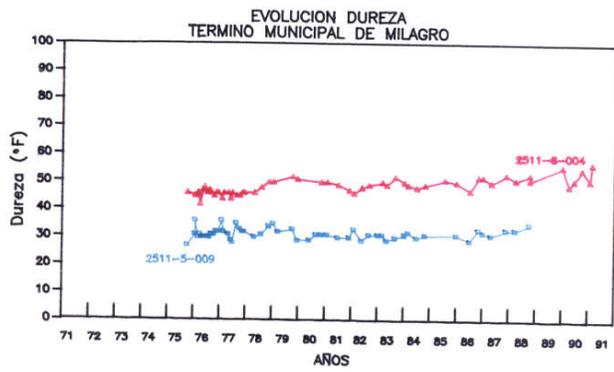


FIGURA 5: Evolución temporal de la dureza y cationes controlados periódicamente.

ta en ambos puntos de los que se disponen series temporales prolongadas, aunque hay que hacer notar las menores concentraciones iónicas del punto 2511-5-009.

Además de este lento y progresivo incremento de la mineralización se observan pequeñas variaciones a escala anual, que pueden corresponder a diferentes regímenes de explotación, variabilidad en las precipitaciones ó como suele ser bastante habitual, al aporte de excedentes de riego. En épocas de máximo regadío, normalmente en el verano, la dilución es mucho mayor y las concentraciones iónicas bajan.

### **8.2.3.- DIFERENCIAS GEOGRAFICAS DE CALIDAD**

La escala de término municipal es demasiado pequeña para establecer variaciones importantes de calidad en el espacio. Ya se ha venido comentando que existe una diferencia clara entre las captaciones situadas en las terrazas bajas y aquellas situadas en el nivel medio o en zonas cercanas a él.

Las más cercanas al río Ebro presentan una menor mineralización, a la vez que su carácter es fundamentalmente bicarbonatado. Según se incrementa la distancia al río, la mineralización va aumentando, a la vez que comienzan a predominar los tipos sulfatados e incluso clorurados. Este hecho vendrá determinado más por la influencia de los aportes de los materiales terciarios yesíferos y salinos, presente sobre todo en la zona de borde de los cuaternarios, que por la que pueda ejercer el río, ya que según los esquemas de flujo admitidos en la relación río-acuífero, este último sería drenado por la corriente superficial.

### **8.3.- CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO**

En la tabla nº 2 se muestra el análisis del pozo de abastecimiento.

El agua es sometida a un proceso de cloración y descalcificación inmediatamente después de la salir del pozo.

El proceso de intercambio de ciclo sodio-calcio en las resinas de la planta descalcificadora, elimina la dureza pero no reduce los sólidos totales y la alcalinidad. Destaca en la muestra 2511-6-004 el elevado valor de los nitratos (143 mg/l) muy por encima de los límites del C.A.E.

Muestras	2511-6-004
Fecha	05/02/91
Cond ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1598
pH	7.17
$\text{SO}_4^-$ (mg/l)	269
$\text{Cl}^-$ (mg/l)	151
$\text{HCO}_3^-$ (mg/l)	286
$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	143
$\text{Na}^+$ (mg/l)	106
$\text{K}^+$ (mg/l)	2.9
$\text{Ca}^{++}$ (mg/l)	180
$\text{Mg}^{++}$ (mg/l)	30
$\text{PO}_4^{3-}$ (mg/l)	0.02

Tabla n°2.- Parámetros químicos determinados en el pozo de abastecimiento a Milagro.

La acción del  $\text{Cl}_2$  debe provocar la oxidación de todas las especies reducidas, incluyendo la materia orgánica.

El análisis bacteriológico efectuado (ver anexo 4) indica, que el agua de la red de abastecimiento, después de haber sido sometida a un proceso de cloración, es potable, estando prácticamente exenta de gérmenes.

**9.- ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL. CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**

---

## **9.- ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

### **9.1.- CANTIDAD**

Los datos incluidos en el presente informe reflejan lo siguiente:

- El caudal disponible de la captación no se ha llegado a cuantificar aunque parece que al menos puede llegar a los 40 l/seg.
- La demanda de agua actual es de 7 l/seg.
- La demanda total calculada para el año horizonte considerado (2.015) es de 16-18 l/seg aunque el elevado consumo industrial en la zona puede hacer que esta demanda sea aún mayor.
- El caudal disponible es muy superior al necesitado actualmente y también cubre suficientemente la demanda futura.

La presencia del acuífero aluvial descrito en el informe implica la existencia de recursos hídricos subterráneos elevados en el municipio que garantizan su abastecimiento en el caso de que se produjese alguna deficiencia en la captación actual o un aumento anómalo en la demanda de agua.

La regulación existente se considera suficiente para las necesidades actuales. Es necesario realizar reformas en el depósito con el fin de eliminar las fugas existentes.

La antigüedad de la red de distribución y las importantes pérdidas que en ella se producen hacen necesario acometer su renovación a corto plazo.

## 9.2.- CALIDAD

Los análisis disponibles indican que el agua utilizada para el abastecimiento tiene un grado de mineralización notable. Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico Sanitaria del 20 de Septiembre de 1.990), sobrepasa levemente la concentración máxima admisible en sulfatos (250 mg/l), esto provoca que las características organolépticas no sean las más adecuadas para su consumo, aunque no sea un elemento tóxico. Asimismo, la dureza es elevada, aunque con el tratamiento actual disminuye notablemente y elimina buena parte de los problemas que esta pudiera provocar: incrustaciones en las redes de distribución, gran consumo de jabón, etc.

El resto de puntos de agua del municipio analizados presentan también un grado de mineralización alto que aumenta conforme no alejamos de los cauces superficiales.

Los análisis bacteriológicos efectuados en la red de distribución indican que el agua es potable después del proceso de cloración.

Además del tratamiento actual, sería conveniente, para mejorar la calidad físico-química del agua, reducir el contenido en sulfatos.

Es aconsejable también ampliar el perímetro de protección actual para evitar la contaminación por abonados.

Es necesario también seguir con los muestreos periódicos en varios puntos con el fin de poder contrastar la evolución del quimismo en el tiempo dentro del acuífero aluvial ante la posibilidad de construir una nueva captación en el futuro.

## **ANEXOS**

---

## **ANEXO 1: FOTOGRAFIAS**

---



FOTO 1: Vista general de la captación de aguas subterráneas.



FOTO 2: Captación de aguas subterráneas.



FOTO 3: Depósito regulador.

**ANEXO 2: ANALISIS QUIMICOS UTILIZADOS DURANTE  
EL ESTUDIO**

---

N° de inventario	Fecha analisis	pH	Conduct. uS/cm	Rs mg/l	Dureza F mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SiO2 mg/l	NH4 mg/l	MO mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	F mg/l	P mg/l	PO4 mg/l
23104005	7.20	3000	2562	135	374	1159	117	0.05	320	0	299	150	285	18	0	0.20	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.25	3000	2708	146	383	1175	150	0.05	351	0	325	157	310	32	0	0.40	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.85	2850	2539	138	360	1077	140	0.14	351	0	310	150	295	32	0	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	8.20	3050	2632	145	386	1124	117	0.23	357	0	320	157	320	29	7	1.45	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.90	2650	2442	132	345	1126	68	0.11	311	0	285	167	275	21	6	0.50	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.35	2750	2492	135	354	1138	65	0.02	336	0	288	151	310	19	9	0.50	0.00	0.00				0.00				0
23104005	8.20	2850	2712	140	375	1154	200	0.02	317	6	309	153	325	4	8	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.40	2650	2417	117	356	1110	60	0.02	335	0	299	103	290	22	9	0.30	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.55	2650	2390	129	352	1024	150	0.01	281	0	282	142	275	15	9	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.80	2750	2421	134	366	1048	140	0.07	302	0	293	147	300	18	4	0.30	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.70	3150	2706	146	386	1227	85	0.08	360	0	325	159	310	34	7	0.15	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.75	3650	3040	144	685	1141	96	0.07	311	0	315	158	465	25	0	0.15	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.25	3000	2727	143	259	1183	300	0.01	366	0	336	143	275	40	8	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.54	3300	2780	150	426	1260	58	0.00	360	0	339	159	320	37	0	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.74	3200	2740	147	440	1209	47	0.01	342	0	325	160	365	24	0	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.44	2750	2474	135	381	1151	33	0.00	305	0	294	150	290	19	0	0.30	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.38	2600	2515	141	473	1038	54	0.00	345	0	319	148	290	21	0	0.90	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.47	3100	2743	141	460	1218	50	0.11	342	0	299	161	365	20	0	0.45	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.28	2900	1201	0	306	1047	12	0.01	317	0	268	140	295	15	7	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.51	2900	2103	122	300	938	53	0.00	329	0	264	136	235	13	9	0.70	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.62	3100	2443	138	353	1094	61	0.08	354	0	301	152	280	17	9	0.55	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.96	2700	2479	136	307	1107	80	0.04	378	0	300	149	310	26	10	0.01	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.57	2850	2045	120	295	897	53	0.02	326	0	264	132	215	18	9	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.91	2850	2107	122	288	929	65	0.02	339	0	263	137	230	17	9	0.35	0.00	0.00				0.00				0
23104005	8.23	2700	2021	116	260	931	46	0.00	327	0	251	129	215	15	11	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.80	2900	2101	119	288	966	30	0.02	347	0	267	127	235	15	9	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.87	2890	2032	117	277	946	26	0.01	339	0	258	126	210	11	9	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.73	2245	2067	120	299	930	44	0.02	353	0	260	133	205	17	4	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.60	2645	2110	120	281	965	46	0.01	323	0	270	128	236	14	9	0.30	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.35	2330	1875	117	184	915	53	0.01	326	0	260	126	153	12	9	0.23	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.83	2460	1839	110	303	789	68	0.05	284	0	239	121	160	9	8	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.74	2460	1936	106	308	828	73	0.02	280	0	233	118	200	8	9	0.90	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.59	2930	2448	133	356	1091	47	0.03	445	0	300	142	260	19	10	1.04	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.52	2800	2230	126	331	1027	14	0.02	331	0	282	135	250	16	9	0.00	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.79	2480	1981	113	297	870	51	0.01	329	0	257	120	200	13	10	0.55	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.65	2605	2191	125	303	962	47	0.04	364	0	283	132	248	23	11	0.45	0.00	0.00				0.00				0
23104005	8.12	2565	1897	112	260	789	54	0.02	336	0	255	116	219	24	11	0.25	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.32	2600	2079	117	338	926	36	0.00	315	0	261	125	210	15	10	0.00	0.00	0.00				0.00				0

N° de inventario	Fecha analisis	pH	Conduct. uS/cm	Rs mg/l	Dureza  F mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SiO2 mg/l	NH4 mg/l	MO mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	F mg/l	P mg/l	PO4 mg/l
23104005	7.92	2820	1988	112	28	909	53	0.01	326	0	255	118	185	17	10	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104005	7.99	2710	2108	122	283	956	53	0.03	342	0	280	126	205	26	9	0.50	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.40	2830	2075	118	275	981	31	0.00	301	0	263	126	222	14	12	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104005	7.94	2550	1848	105	253	831	46	0.01	302	0	230	115	204	9	9	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104005	7.79	2785	2133	117	265	1033	36	0.01	302	0	255	128	242	14	9	0.15	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.15	2270	1599	93	259	648	46	0.01	310	0	212	95	168	7	9	0.15	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.58	2660	1748	114	263	672	49	0.00	312	0	266	116	198	19	10	1.50	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.42	2320	1630	103	213	677	60	0.01	287	0	214	119	190	3	10	0.38	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.49	2260	1487	96	243	660	64	0.02	278	0	210	105	187	9	9	0.35	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.37	2320	1747	101	300	716	69	0.04	260	0	209	119	187	8	10	0.20	0.00	0.00				0.00				0
23104005	7.54	2590	1759	102	266	769	48	0.03	268	0	258	92	179	12	0	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104005	7.49	2230	1556	87	270	585	69	0.02	269	0	198	91	190	9	10	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104005	7.53	2680	0	108	267	709	43	0.01	298	0	245	113	220	10	11	0.05	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.35	4700	4520	249	798	2017	193	0.08	299	0	511	291	525	35	0	1.45	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.20	5000	4375	238	781	1959	130	0.02	357	0	493	284	515	34	0	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104006	7.35	5100	4646	260	868	2157	193	0.02	314	0	536	300	560	32	0	0.30	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.20	5350	5003	248	888	2215	250	0.02	290	0	562	325	585	33	0	1.45	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.85	4950	4763	263	829	2091	233	0.05	290	0	542	317	575	32	0	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104006	8.15	5050	4698	261	777	2170	185	0.02	278	0	518	319	535	56	10	0.70	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.75	4750	3918	260	748	2172	200	0.03	302	0	498	330	515	52	8	0.90	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.30	4800	4504	249	763	2025	213	0.03	317	0	487	308	510	38	10	1.85	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.95	4800	4408	261	791	2102	21	0.02	287	0	480	301	521	39	9	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104006	7.40	4850	4657	266	790	2140	150	0.22	299	0	520	330	525	42	10	0.70	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.30	4250	4219	225	721	1915	140	0.01	332	0	459	267	500	40	11	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104006	7.30	4350	3367	223	728	1770	136	0.03	320	0	462	262	525	41	11	0.30	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.40	5200	4927	269	879	2292	136	0.08	299	0	547	322	565	37	0	0.30	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.20	5350	4990	270	764	2294	315	0.02	296	0	541	327	550	42	9	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104006	7.57	5200	4866	268	856	2227	106	0.06	299	0	519	356	580	59	14	0.75	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.63	5500	4210	271	873	2426	115	0.00	300	0	544	329	600	46	0	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				0
23104006	7.39	5400	5030	278	844	2324	195	0.02	296	0	528	355	530	56	0	0.20	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.40	5000	3756	251	761	1702	44	0.00	305	0	489	312	255	41	0	0.75	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.38	5400	4950	271	844	2396	90	0.01	299	0	537	334	560	41	0	1.70	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.42	6100	6067	337	1050	2983	94	0.01	293	0	524	499	680	80	11	0.15	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.36	5900	5442	302	848	2708	50	0.00	329	0	490	434	680	60	8	0.40	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.40	5700	4907	276	797	2372	97	0.00	326	0	503	364	560	40	11	1.30	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.46	5700	5292	302	844	2610	105	0.02	317	0	523	416	575	50	11	1.00	0.00	0.00				0.00				0
23104006	7.48	6150	6208	357	959	3085	92	0.01	320	0	527	548	770	55	11	0.01	0.00	0.00				0.00				0

N° de inventario	Fecha analisis	pH	Conduct. uS/cm	Rs mg/l	Dureza   F mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SiO2 mg/l	NH4 mg/l	MO mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	F mg/l	P mg/l	PO4 mg/l	
23104006		7.45	5700	4795	271	797	2252	60	0.02	328	0	482	366	625	39	10	0.08		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.37	6000	4931	274	873	2323	70	0.01	325	0	502	359	600	31	10	0.10		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		8.13	5850	5360	303	863	2661	92	0.00	300	0	505	428	610	39	12	0.35		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.83	5600	4509	258	735	2208	79	0.01	328	0	458	347	470	39	9	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.57	5240	3910	224	657	1888	28	0.02	323	0	418	290	430	29	10	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.21	4680	4720	267	802	2254	85	0.02	329	0	504	342	530	34	4	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.59	5520	4786	275	806	2318	93	0.01	314	0	505	361	493	4	10	0.50		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.28	4890	4512	259	782	2170	86	0.02	330	0	489	333	440	36	11	0.30		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.29	5520	4693	260	916	2175	68	0.01	335	0	510	323	493	30	10	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.50	4850	4279	230	722	2025	74	0.02	337	0	464	278	510	26	11	0.10		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.28	5280	4519	254	820	2145	23	0.00	317	0	494	316	525	27	10	0.14		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.30	4935	4266	240	754	1984	76	0.01	347	0	485	291	467	25	11	0.45		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.22	4700	4211	237	668	1966	98	0.02	319	0	478	286	506	38	11	0.33		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.70	4310	3531	196	588	1619	76	0.01	325	0	407	229	413	26	11	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.26	4240	3619	205	671	1635	75	0.00	326	0	435	234	371	23	12	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.60	5310	4136	227	729	1957	88	0.01	308	0	468	270	424	34	12	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.35	5260	4530	255	788	2158	86	0.02	307	0	519	305	476	33	11	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.28	4820	3846	222	579	1872	79	0.03	311	0	472	253	397	25	14	0.13		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.63	2380	1699	99	229	738	55	0.00	302	0	229	102	168	16	11	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.35	4820	4134	221	548	2127	65	0.00	311	0	482	243	472	30	11	0.30		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.23	4350	3389	179	780	1383	52	0.01	304	0	393	197	383	37	12	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.54	4250	3754	213	627	1740	78	0.00	297	0	454	243	411	42	11	0.30		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.26	4960	3937	226	580	1877	81	0.01	331	0	481	258	455	29	11	0.30		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.23	5120	3592	238	671	1983	93	0.03	328	0	494	279	529	39	11	0.55		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.15	4510	3587	194	602	1672	72	0.03	330	0	397	231	401	35	11	0.65		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.15	4620	2395	186	582	1567	60	0.03	310	0	409	205	379	38	0	0.20		0.00	2.32			0.00			0	
23104006		7.44	4590	3745	195	643	1682	81	0.03	351	0	440	207	464	42	11	0.00		0.00	0.00			0.00			0	
23104006		7.74	4460	0	185	613	1468	94	0.02	353	0	408	202	384	41	13	1.00		0.00	0.00			0.00			1	
23104233		7.62	1162	0	49	88	221	42	0.00	279	0	149	30	0	0	8	0.00		0.83	0.00			0.02			0	
23104233		7.80	646	0	29	15	69	10	0.01	311	0	67	29	18	1	12	0.04		0.02	0.00			0.02			0	
23104233		7.50	1255	0	49	104	239	40	0.01	277	0	151	26	68	4	7	0.05		0.00	0.00			0.01			0	
23104233		7.41	1168	0	44	87	204	41	0.01	261	0	136	25	66	3	7	0.00		0.15	0.00			0.05			0	
23104233		7.42	1138	0	42	87	194	30	0.00	273	0	126	25	56	3	5	0.02		0.06	0.00			0.03			0	
23104233	31/01/91	7.49	1303	686	52.4	116	259	58	0.03	267	0	60	30	80	4.1		0.13								0.03		0
24105001		7.95	670	474	27	73	132	13	0.10	180	0	82	16	64	4	0	0.30		0.00	0.00			0.00			0	
24105001		7.50	1050	715	46	92	238	32	0.26	229	0	121	38	75	5	0	0.00		0.00	0.00			0.00			0	

N° de inventario	Fecha analisis	pH	Conduct. uS/cm	Rs mg/l	Dureza  F mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SiO2 mg/l	NH4 mg/l	MO mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	F mg/l	P mg/l	PO4 mg/l
24105001		7.35	1650	1630	90	190	726	68	0.02	351	0	222	88	155	5	0	0.00		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.70	660	506	30	42	194	12	0.03	210	0	94	17	40	2	0	0.00		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.75	660	454	30	48	115	32	0.20	195	0	92	18	51	1	0	0.30		0.00	0.00			0.00			0
24105001		8.30	1000	757	45	90	315	23	0.07	189	0	113	42	78	3	4	0.70		0.00	0.00			0.00			0
24105001		8.10	1000	813	46	109	303	25	0.07	235	0	116	40	100	3	4	0.00		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.90	760	508	28	88	137	18	0.11	195	0	77	20	68	4	3	0.50		0.00	0.00			0.00			0
24105001		8.30	1250	912	46	145	353	18	0.00	220	9	124	37	110	5	3	0.00		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.80	1050	763	42	121	265	18	0.05	220	0	115	33	94	4	4	0.40		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.30	2100	1745	99	231	715	68	0.02	366	0	251	87	195	7	8	0.15		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.30	2100	1830	106	229	779	63	0.02	366	0	250	106	210	7	3	0.15		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.60	2000	1663	96	199	724	54	0.08	348	0	234	92	180	6	4	0.00		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.75	745	483	31	58	150	18	0.09	180	0	90	22	53	3	0	0.00		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.80	1050	671	41	95	208	25	0.04	244	0	110	32	73	2	4	0.15		0.00	0.00			0.00			0
24105001		8.10	1000	658	38	92	220	9	0.04	214	0	106	28	92	3	1	0.15		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.47	1850	1406	0	168	590	35	0.00	354	0	203	80	148	6	0	0.00		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.96	1600	984	58	144	398	13	0.00	241	0	144	54	105	6	0	0.30		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.86	950	618	35	96	202	13	0.03	204	0	100	24	79	4	0	0.75		0.00	0.00			0.00			0
24105001		7.71	1250	971	69	165	271	27	0.05	284	0	171	65	125	7	0	0.75		0.00	0.00			0.00			0

**ANEXO 3: BOLETIN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO REALIZADO  
EN ORIGEN**

---



**ANEXO 4: BOLETIN DE ANALISIS BACTERIOLOGICO REALIZADO  
EN LA RED**

---



**Servicio Navarro de Salud**  
Osasunbidea

**Dirección A.P., S.P., S.M.**

Eza, 2  
31500 TUDELA  
Tel. (948) 82 57 11  
Fax (948) 82 68 05

**ANALISIS CON REFERENCIA: 200/91**

Realizado el análisis microbiológico con referencia 200/91, solicitado por el Instituto Tecnológico Minero, de la red de distribución de Milagro, se observa que cumple el R.D. 1138/90 sobre los parámetros analizados.

Atentamente.

Tudela a 10 de Junio de 1.991

VºBº: PEDRO OVIEDO DE SOLA  
(Director de A.P., S.P.  
y S.M. del Area de Tudela)

Fdo.: JAVIER FORCADA MELERO  
(Técnico de Atención al  
Medio del Area de Tudela)



Gobierno de Navarra

POTABILIDAD

INSTITUTO DE SALUD PUBLICA DE NAVARRA  
Laboratorio: Tudela y Comarca

DE AGUAS

**ANALISIS ABREVIADO**

Solicitado por El Instituto Tecnológico Minero.  
 Dirección ..... Teléfono .....  
 Origen y naturaleza de la muestra Pozo. Red de distribución. MILAGRO.  
 Datos sobre el lugar de la toma Farmacia.  
 Recogida por Atención Primaria S/Ref.\* n.º .....  
 Fecha y hora de recogida 3 / Junio / 1.991 hr. 11,25  
 Fecha y hora de recepción en el Laboratorio 3 / Junio / 1.991 hr. 12,30  
 Observaciones. Solicitud de Análisis Microbiológico.

**RESULTADOS FISICO - QUIMICOS**

Color ..... U. (Pt-Co) Sabor ..... Olor .....  
 Temp (in situ) ..... °C Turbidez ..... U. (SiO<sub>2</sub>) Conductividad ..... mmhos  
 pH ..... Dureza ..... °F Residuo seco ..... mg/l  
 Alcalinidad total (CO<sub>3</sub>Ca) ..... mg/l  
 Materia orgánica (O<sub>2</sub> absorbido del MnO<sub>4</sub>K) ..... mg/l

Amoniaco (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) ..... mg/l	Calcio (Ca <sup>++</sup> ) ..... mg/l
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) ..... mg/l	Magnesio (Mg <sup>++</sup> ) ..... mg/l
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) ..... mg/l	Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) ..... mg/l
Fluoruros (F <sup>-</sup> ) ..... mg/l	Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) ..... mg/l
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) ..... mg/l	Hierro (Fe <sup>++</sup> ) ..... mg/l
	Manganeso (Mn <sup>++</sup> ) ..... mg/l

**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS**

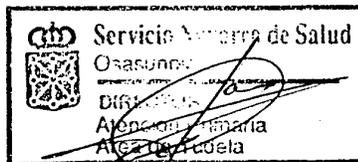
Cloro libre (in situ) > 1 ppm

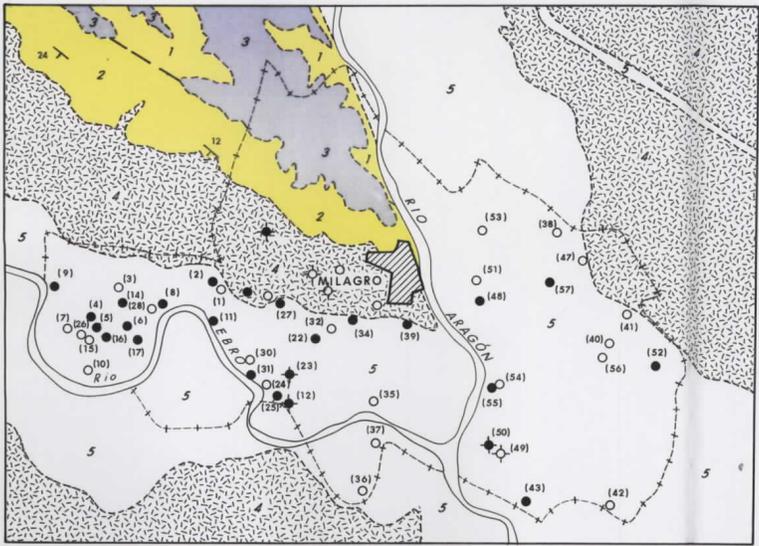
Bacterias aerobias mesófilas 1 /ml  
 Bacterias coliformes (NMP) Negativo /100 ml  
 Escherichia coli (NMP) Negativo /100 ml  
 Estreptococos fecales Negativo / 100 ml  
 Clostridios sulfito-reductores Negativo / 20 ml

**CALIFICACION:** Cumple el R.D. 1138/90 sobre parámetros analizados.

Tudela a 10 de Junio de 19 91..

EL JEFE DEL LABORATORIO.





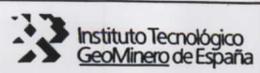
LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO	5
		4
PLEISTOCENO		3
		2
TERCIARIO	OLIGOCENO	1

- 5- Llanura aluvial
- 4- Terraza antigua
- 3- Terraza antigua deformada
- 2- Yesos y arcillas
- 1- Yesos y arcillas muy replegadas

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto discordante
- +--+ Límite de municipio
- 6 Dirección y buzamiento de las capas
- - - - - Falla supuesta
- Sondeo
- ◆ Sondeo con análisis químicos
- Pozo
- Pozo con análisis químicos



PROYECTO ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y PROBLEMÁTICA DE CALIDAD Y CONTAMINACIÓN DE LOS ABASTECIMIENTOS A POBLACIONES SITUADAS EN EL ALUVIAL DEL EBRO Y AFLUENTES DE NAVARRA					CLAVE
<b>MAPA GEOLÓGICO Y DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE MILAGRO</b>					PLANO N.º 1
DIBUJADO	FECHA Diciembre 91	COMPROBADO	AUTOR C. G. S.	ESCALA 1/50.000	CONSULTOR C. G. S.