



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

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



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

34214

SUPER PROYECTO Nº 9006	AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA
PROYECTO AGREGADO	335
TITULO PROYECTO: 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	
SICOAN 90404	Nº DIRECCION 22/90
COMIENZO 28/8/90	FINALIZACION

INFORME (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" MARCILLA	
CUENCA (S) HIDROGRAFICA (S)	EBRO
COMUNIDAD (S) AUTONOMAS	NAVARRA
PROVINCIAS	

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	13
3.2. TECTONICA	15
4. HIDROGEOLOGIA	17
4.1. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA	17
4.2. GEOFISICA	19
4.3. DEFINICION DE ACUIFEROS	21
4.3.1. Características litológicas y geométricas de los acuíferos .	21
4.3.2. Piezometría	23
4.3.3. Funcionamiento hidrogeológico	23
5. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO	26
5.1. CAPTACION EXISTENTE	26
5.2. INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO	26
5.2.1. Depósito regulador	26
5.2.2. Características de la distribución	27
5.2.3. Tratamiento de las aguas y control sanitario	27
6. ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA	31
6.1. DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL ...	31
6.2. DEMANDA DE AGUA PARA USOS AGRICOLA	32
7. ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE	

	2.015)	34
7.1.	EVOLUCION DE LA POBLACION	34
7.2.	CONSUMO FUTURO	34
8.	CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS	37
8.1.	INFORMACION RECOPIADA	37
8.2.	CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES	38
	8.2.1. Facies químicas	39
	8.2.2. Evolución temporal de la calidad	39
	8.2.3. Diferencias geográficas de calidad	42
8.3.	CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO	42
9.	ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y RECO- MENDACIONES	45
9.1.	CANTIDAD	45
9.2.	CALIDAD	46

A N E X O S

- 1. FOTOGRAFIAS**
- 2. ANALISIS QUIMICOS UTILIZADOS DURANTE EL ESTUDIO**
- 3. BOLETIN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO 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 MARCILLA**

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 Marcilla, 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 Talens (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 hidroquímica que se ha utilizado ha sido aportada por D. Esteban Faci, geólogo, del Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra, a quién 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". Excma. 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 fi al.

3.- GEOLOGIA

3.- GEOLOGIA

El Término Municipal de Marcilla 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 con niveles finos de calizas y areniscas. Las edades de estos depósitos están comprendidos entre el Stampiense y el Vildoboniense (Oligoceno Medio-Mioceno Medio).

Los depósitos cuaternarios se disponen en un sistema de terrazas asociadas al río 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 nº1) se distinguen tres unidades terciarias.

Unidad 1

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

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

Los materiales están totalmente replegados debido al carácter diapírico de los pliegues existentes en el sector.

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 un alternancia fina de yesos terrosos, yesos fibrosos y arcillas yesíferas en capas bien estratificadas de alrededor de 1cm. Esporádicamente se intercalan en la secuencia niveles de yesos blanquecinos más potentes (10-40cm.).

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

Esta unidad está menos reflejada que la anterior.

Unidad 3

Está constituida por margas en capas, desde 0.15 a 1.5m. de potencia, de calizas, calizas arenosas y margosas y areniscas. Hacia la base de la unidad dentro de las margas aparecen intercalados nódulos y capas finas de yesos.

Los espesores máximos medidos fuera del término municipal son de 315m.

3.1.2.- CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios ocupan la mayor parte de la superficie del municipio. Son de origen fluvial y forman las terrazas del río 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 un forma más o menos arbitraria en función de sus características litológicas, morfológicas y de 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 4

Corresponde a terrazas localizadas en el extremo suroriental del municipio y que se extienden a lo largo del pliegue diapírico de Falces. Estas terrazas han sido fuertemente deformadas por la acción tectónica diapírica de los yesos.

Unidad 5

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 cementados, compuestas por cantos de calizas, cuarcitas y areniscas, relativamente homométricas.

Unidad 6

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 arenas entre las gravas.

Unidad 7

Corresponde a depósitos poco potentes, constituidos por cantos bien rodados englobados en un matriz areno-arcillosa y con morfología de glacia.

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 Marcilla se puede definir el anticlinal de Falces.

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

4.- HIDROGEOLOGIA

4.- HIDROGEOLOGIA

La mayor parte del municipio de Marcilla 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 se sitúan a diferentes niveles con respecto al actual del río.

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

4.1.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Se ha podido disponer de información únicamente de dos puntos de agua (un pozo y un sondeo).

En el cuadro nº1 se presenta un resumen con las principales características de estos puntos.

En este cuadro se identifica cada punto con el código de inventario con el que figura en los archivos del Gobierno de Navarra.

En el mapa de puntos de agua (plano nº1) están situados estos puntos junto con el pozo 2510-6-002 de los que únicamente se dispone de los análisis químicos en él efectuados.

Nº INVEN.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF. (m)	LITOL.	USO	Nº A.Q.	EXT.ANUAL (Dm³/Año)	OBSERV.
2511-2-012 (1)	13/03/91	604100	4687550	295	Pozo	11	Gravas	Abasteci- miento	140	7	Abastece a Marcilla
2511-2-230 (2)	02/08/88	604400	4685575	298	Pozo	6	Gravas	Riego			

CUADRO N° 1: Resumen del inventario de puntos de agua.

El pozo 2511-2-012 abastece parcialmente a Marcilla. El 2511-2-230 se utiliza para riego.

Las profundidades son de 11 y 6 m. respectivamente.

4.2.- GEOFISICA

Se ha podido disponer de la información procedente de la campaña de investigación geofísica realizada por la Compañía General de Sondeos dentro del "Proyecto Hidrogeológico de Navarra" de Julio de 1.977 y realizado por encargo del Servicio de Obras Públicas. Sección de Recursos Hidráulicos y Geología de la Exma. Diputación Foral de Navarra.

Concretamente dentro del término municipal de Marcilla se dispone de la información aportada por dos perfiles con un total de 15 SEV.

Por lo que respecta a los aluviales en el citado informe geofísico se establecen los siguientes rangos de resistividad:

- Resistividades menores de 200Ohm.m.: materiales arcillosos
- Resistividades entre 35 y 1500Ohm.m.: limos y arenas
- Resistividades entre 200 y 1.0000hm.m.: gravas, arenas más o menos sucias
- Resistividades entre 1.000 y 2.0000hm.m.: gravas limpias (o secas)
- Resistividades mayores a 2.0000hm.m.: zonas superficiales secos o zonas influidas por yesos.

La situación de los sondeos eléctricos verticales (SEV) queda reflejada en la figura nº1 a escala 1:50.000.

La representación de los perfiles puede observarse en la figura nº2 y como comentarios de interés hidrogeológico cabe señalar:

- 1.- El perfil P-19 está situado entre los ríos Arga y Aragón aproximadamente entre Peralta y Marcilla. Presenta un corte geoelectrico de tres capas con valores de resistividad bastante heterogéneas dentro de cada capa lo cual sugiere la presencia de diversos lentejones arcillosos y arenosos alternativamente.

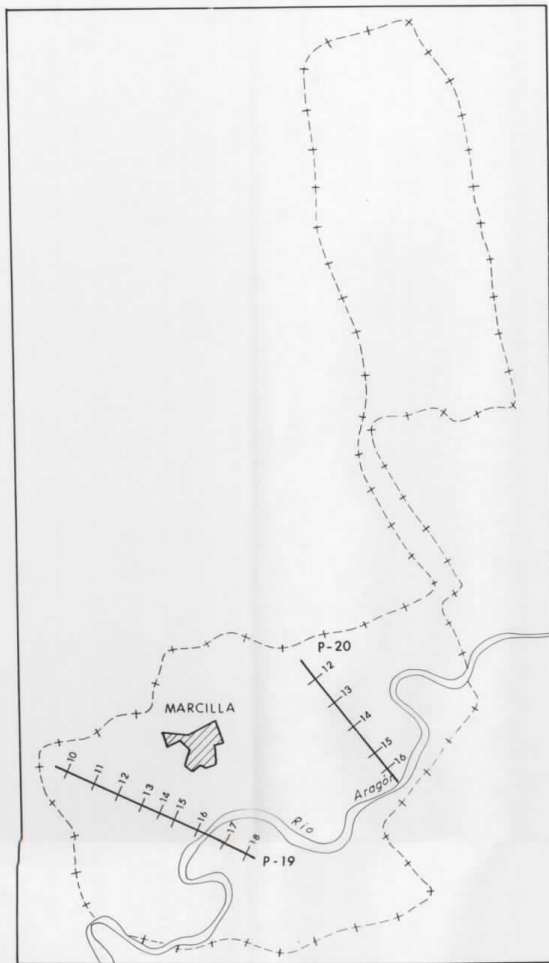
La primera capa con resistivades entre 12 y 150 Ohm.m. pero con valor medio de 40 Ohm.m. Es la típica capa superficial formada por arcillas y limos.

En la segunda capa hay zonas con valores de resistividad suficientemente altas que deben de corresponder a gravas. Los puntos de mayor interés hidrogeológico se encuentra entre los SEV 10 y 13 y, sobre todo, entre los SEV 16 y 18 (en concreto en el SEV nº17 el paquete resistivo presenta un espesor de 40-50m.).

- 2.- El perfil P-20 se encuentra sobre la llanura de inundación del río Aragón. El perfil presenta un corte geoelectrico de tras capas tipo K. La capa superficial, limosa, presenta valores menos variables en su resistividad siendo el valor medio del orden de 50 Ohm.m. El espesor de la misma oscila entre 3 y 5m.

La capa intermedia varía entre 7 y 20m. de potencia. Su resistividad es muy variable con valores que oscilan entre 100-150 Ohm.m. y otros entre 800-1.000 - Ohm.m.

Por debajo de esta capa se encuentra el substrato arcilloso.



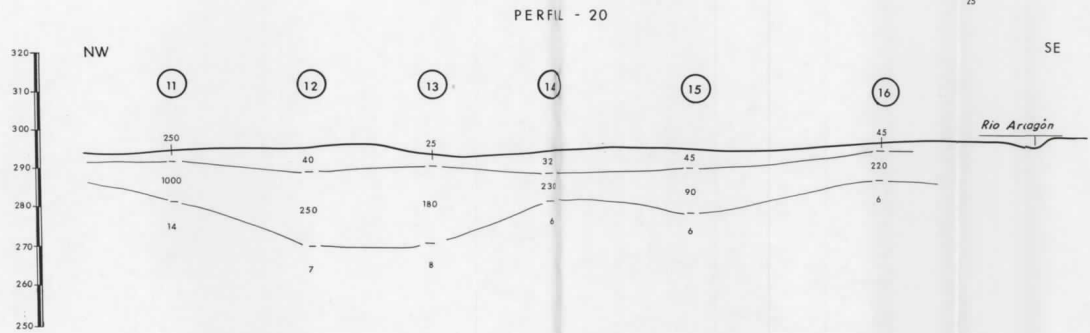
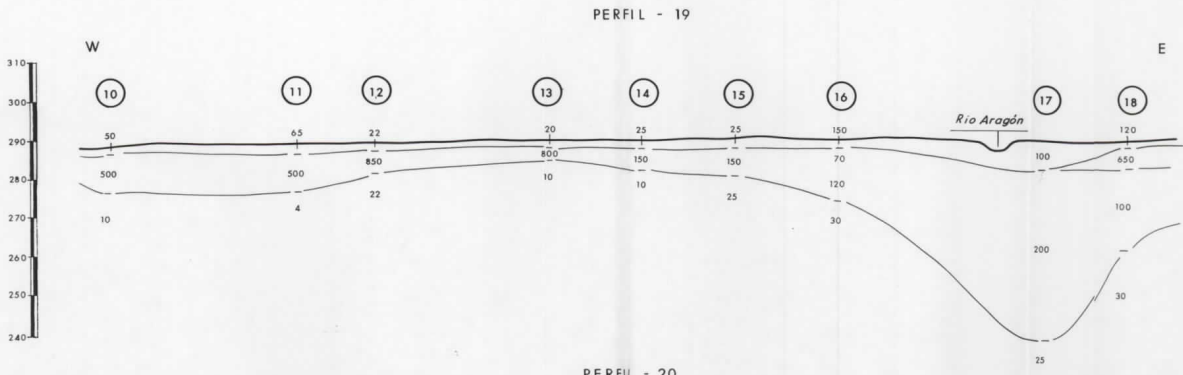
ESCALA 1/50.000

LEYENDA

+---+---+ Límite del municipio

—+---+---+ 8 Perfiles geoelectríficos y N^o S.E.V.

Figura 1. SITUACIÓN DE LOS PERFILES GEOELÉCTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MARCILLA.



⑦ S.E.V.
 90 Valor de la resistividad en $\text{ohm} \times \text{m}$
 ESCALA H. 1/ 10.000
 V. 1/ 1.000

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

La zona con mayor interés hidrogeológico está comprendida entre los SEV n° 11 y 13.

4.3.- DEFINICION DE ACUIFEROS

Los materiales de permeabilidad alta aflorantes en el municipio corresponden a los depósitos de origen fluvial cuaternarios (unidades 4, 5 y 6). 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 Marcilla.

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

4.3.1.- CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS Y GEOMÉTRICAS DE LOS ACUIFEROS

Unidad 6

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.

La potencia estimada en los perfiles geofísicos es muy variable, oscilando normalmente entre 10 y 20m. aunque se ha detectado en un perfil geoelectrico espesores de 40-50m. en la proximidades del río Aragón.

El acuífero está limitado normalmente por los materiales permeables de la unidad 5 o los impermeables terciarios.

Unidad 5

Corresponde a las terrazas situadas por encima de los 10m. con relación al nivel actual del río Aragón.

Las características litológicas son similares a las de la unidad 6. La transición con esta unidad está marcada por un escarpe abrupto.

En los perfiles geofísicos realizados no se ha llegado a investigar esta unidad dentro del municipio de Marcilla. En otras zonas cercanas los espesores para esta unidad suelen oscilar entre 15 y 20m.

Los límites del acuífero los constituyen las unidad 6 y los materiales impermeables terciarios.

Unidad 4

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

Litológicamente están constituidas 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 los afloramientos.

4.3.2.- PIEZOMETRIA

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

En la unidad 5 la cota absoluta del nivel piezométrico es similar y con oscilaciones estacionales del mismo orden que en el caso anterior. La profundidad con respecto a la superficie es mayor llegándose a valores de 14m. como máximo.

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

La morfología de la superficie piezométrica elaborada con datos de puntos situados en ambas márgenes del Ebro y afluentes, contenida en el "Estudio Hidrogeológico de Navarra", muestra que el flujo subterráneo en esta zona se realiza en sentido NO-SE y SE-NO en las márgenes derecha e izquierda respectivamente del río Aragón; con líneas convergentes hacia los cauces del río, que actúa como área de drenaje del acuífero durante la mayor parte del año, excepto en épocas de fuertes crecidas en los que temporalmente los ríos alimentan el acuífero.

4.3.3.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO

Las unidades 6 y 5 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.

El río Aragón actúa 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 existiendo conexión hidráulica entre ambas en esta zona de contacto.

En régimen de explotación del acuífero, con captaciones relativamente próximas al río, éste actuará como barrera positiva con potencia hidráulico constante. Esto implica que el caudal extraído procedería, a partir de un cierto tiempo, del caudal aportado por el río según un proceso de recarga 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 4 constituye igualmente un acuífero libre, permeable por porosidad, pero sin conexión hidráulica con los cauces.

Los valores de transmisividad se estiman reducidos así como los valores de 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 DEL ABASTECIMIENTO URBANO

5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la figura n° 3 se puede observar la localización de la captación de agua, depósito regulador, salidas de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos urbanos.

5.1.- CAPTACION EXISTENTE

Marcilla se abastece actualmente de un pozo diferenciado con el código 2511-2-012 en el inventario de puntos de agua (plano n° 1). Las principales características de este pozo son las siguientes:

- Año de construcción: 1.988
- Profundidad del pozo: 11m.
- Diámetro: 2.000mm.
- Revestimiento: anillos de hormigón
- Protecciones: caseta de ladrillo con puerta metálica.
- Profundidad del nivel de agua (13/03/91): 4m.
- Cota: 295m.
- Distancia al depósito regulador: 250m.
- Equipamiento: dos bombas de 40 CV con una capacidad de extracción de 80 m³/hora cada una.
- Observaciones: en invierno bajan los niveles.

5.2.- INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO

5.2.1.- DEPOSITO REGULADOR

- Año de construcción: 1.988

- Cota (en la puerta): 332m.
- Capacidad: 400 m³.
- Tipo: cilíndrico, elevado 27m. sobre el nivel del suelo.
- Estado general: bueno, sin fugas.
- Observaciones: su capacidad es claramente insuficiente para los consumos actuales. Sería conveniente la instalación de un contador en la salida para cuantificar pérdidas en la red.

5.2.2.- CARACTERISTICAS DE LA DISTRIBUCION

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

- Año de construcción: 1.988
- Longitud: 250m.
- Desnivel: 37m.

La red de distribución se ha renovado recientemente y tiene una longitud total aproximada de 6.500m.

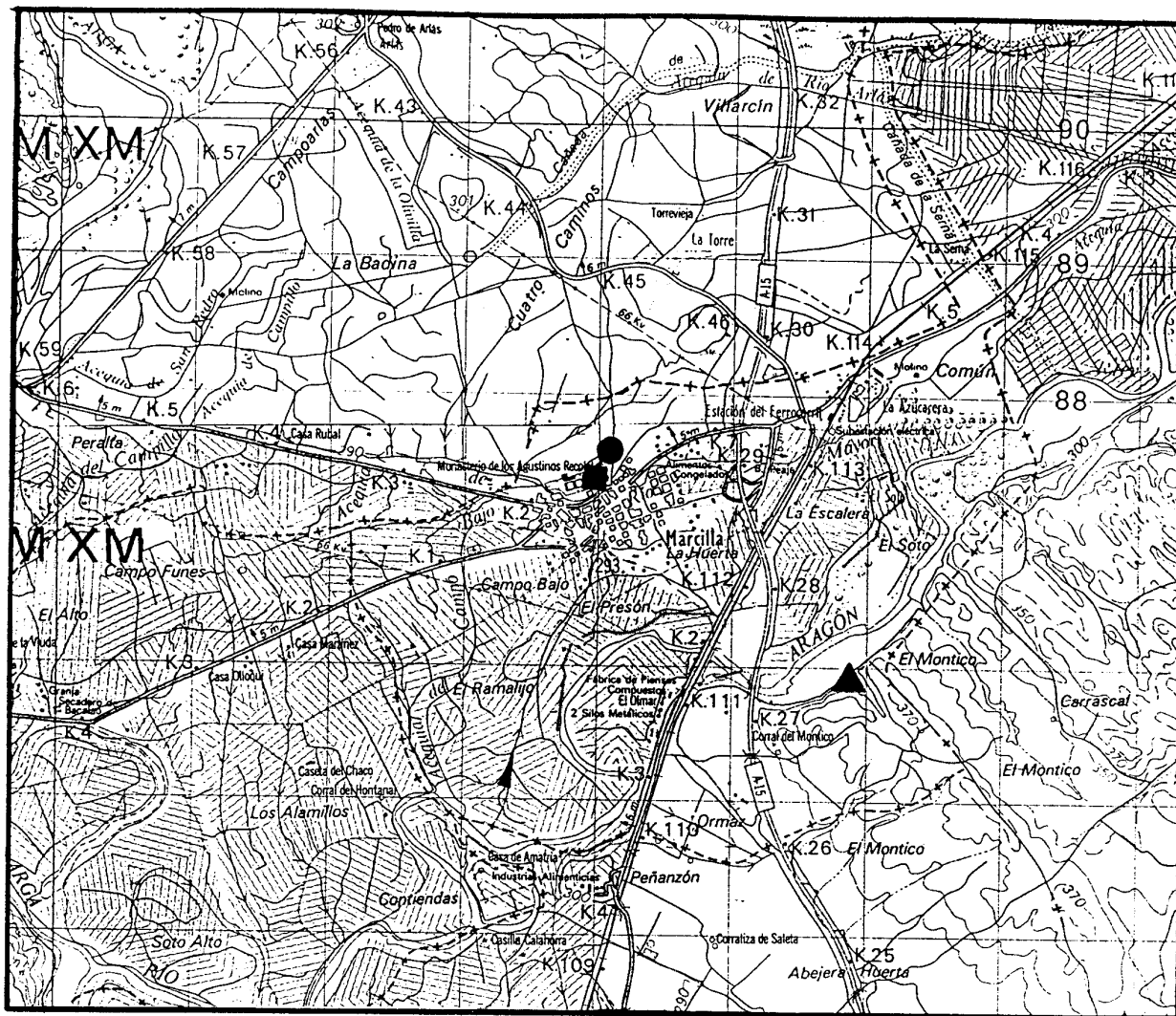
5.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS AGUAS Y CONTROL SANITARIO

El agua se trata con cloro-gas y se descalifica en el depósito regulador.

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 Marcilla 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 trimestralmente.



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.

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. En estos datos no se incluye el consumo originado por las instalaciones municipales (oficinas y escuelas, parques, limpieza de calles, etc.).

Debido a que no existe un contador a la salida del depósito regulador, no se conoce con exactitud el caudal total consumido y, por tanto, no se puede deducir el porcentaje correspondiente a los servicios municipales mencionados y a las fugas en la red.

6.1.- DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL

La población de hecho de Marcilla es de 2.469 habitantes según el padrón municipal del 1 de Enero de 1.990. Los aumentos de población de forma estacional son cercanos a los 150 habitantes durante los meses de verano.

Sólo se ha podido disponer de los consumos del cuarto trimestre de 1.990, que ascienden a 32.039 m³. Según fuentes municipales se estima que en el trimestre de verano es de 40.000 m³.

Estas cifras suponen un valor medio mínimo de 144 l/hab./día y un máximo de 171 l/hab./día.

En estos consumos se incluye el industrial aunque éste es mínimo debido a que sólo los servicios están conectados a la red municipal. El resto de agua utilizada la extraen mediante pozos propios. Las instalaciones ganaderas también se autoabastecen.

6.2.- DEMANDA DE AGUA PARA USOS 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 m³/Ha./año.

La extensión total del municipio es de 2.190 Ha. Según los datos correspondientes a 1.984, 789 Ha. se dedican a cultivos de regadío.

Aplicando la dotación media antes mencionada, resulta una demanda de 6.7 Hm³/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.

**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 las variaciones de población que se han dado durante los últimos años.

Año	Población	Tasa de crecimiento
1.940	2.155	--
1.950	2.260	0,477%
1.960	2.400	0,603%
1.970	2.500	0,409%
1.980	2.386	0,466%
1.990	2.469	0,343%

Adoptando una tasa de crecimiento anual del 0,5%, algo superior a la registrada en los últimos 10 años. La población resultante para el año 2.015 es de 2.797 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 media para el año 2.015 debe ser de 328 l/hab./día. El volumen total medio necesitado para ese año será de 334.857 m³/año (11 l/seg.).

En estos valores se incluyen todas las posibles utilidades del agua.

**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 en origen.
- De las bases de información facilitadas por el Gobierno de Navarra, en las que se incluyen datos de la red de control periódico, y que en este municipio consta del punto de abastecimiento y del 2510-6-002, 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 Marcilla, indicando el número de análisis con los que se cuenta en cada caso, así como las fechas en las que se realizaron. La información disponible permite observar variaciones temporales en los puntos pertenecientes a la red de control; en el punto 2510-6-002 el período de observación ha sido de 9 años y en el 2511-2-012 se viene efectuando control desde 1988.

Los análisis se refieren principalmente a parámetros químicos estándar (mayoritarios, especies nitrogenadas, etc.). La información sobre metales pesados, así como contaminantes orgánicos es muy escasa y referida únicamente al punto 2511-2-012. En el anexo 2 se han incluido los listados de los análisis utilizados.

PUNTO N°	N° ANALISIS	FECHAS
2510-6-002	36	10/75-4/83
2511-2-012	8	9/88-3/91
2511-2-229	1	10/88
2511-2-234	1	10/88

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

8.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Las aguas subterráneas en este término municipal presentan un grado de mineralización notable, con mínimos del orden de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y máximos de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La dureza es de grado medio en todos los casos, por lo que no son esperables problemas importantes en cuanto a incrustación. El valor medio que se encuentra es de 30°F.

Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico-Sanitaria del 20 de septiembre de 1990), las aguas de la zona se sitúan por debajo de las concentraciones máximas admisibles en todos los parámetros y sólo en una ocasión para el punto 2511-2-012 se han sobrepasado los límites establecidos en la cantidad de hierro y manganeso. Este hecho no implica que las aguas sean impotables o tóxicas, sino que provocan en el agua sabores astringentes y desagradables, además de precipitados negruzcos cuando aparecen condiciones oxidantes.

8.2.1.- FACIES QUIMICAS

El tipo aniónico predominante en esta zona del acuífero de las terrazas del Aragón, es el bicarbonatado constituyendo prácticamente el 70 % de los aniones presentes. Le sigue en importancia el sulfatado con una concentración máxima del 20 %, a excepción del punto 2511-2-234 en el que las aguas resultan ser de carácter bicarbonatado-sulfatado .

Respecto a los cationes, el tipo de agua cálcico es el predominante.

La composición iónica del agua en el acuífero está determinada por las condiciones litológicas del medio en la zona. En relación con otras aguas muestreadas en la cercanías se encuentra una menor presencia de sulfatos en disolución seguramente relacionada con la menor proporción de yesos en el medio. Sólo en el punto 2511-2-234 se encuentra la facies mixta característica del resto del acuífero.

8.2.2.- EVOLUCION TEMPORAL DE LA CALIDAD

En los gráficos de las figuras 4 y 5 se han representado los datos de los puntos 2510-6-002 y 2511-2-012, correspondiendo este último al abastecimiento urbano del municipio.

Como se puede observar las series disponibles para estos puntos no son muy largas aunque son suficientes para permitir el establecimiento de una evolución en el tiempo con bastante fiabilidad.

No existen importantes variaciones interanuales y teniendo en cuenta sobre todo la serie más larga que se dispone para el punto 2510-6-002, se puede apreciar una ligera tendencia hacia un aumento constante en la mineralización .

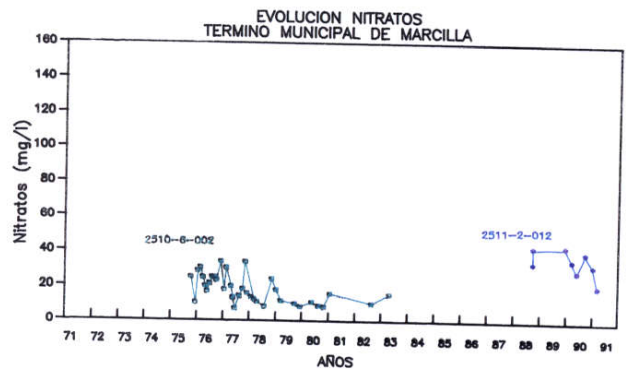
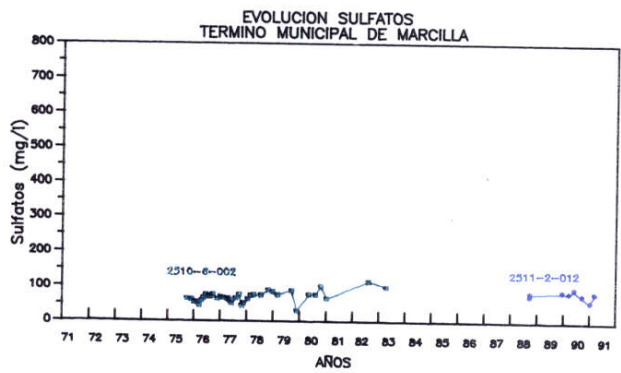
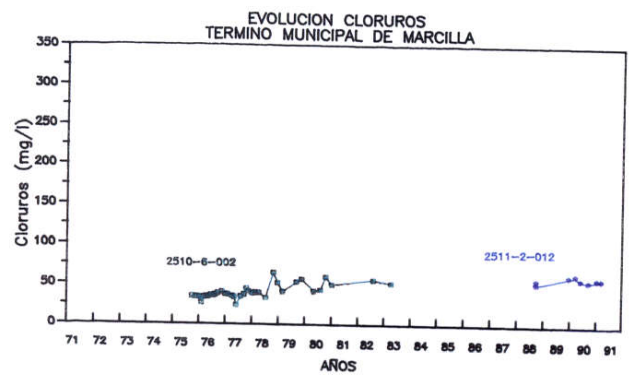
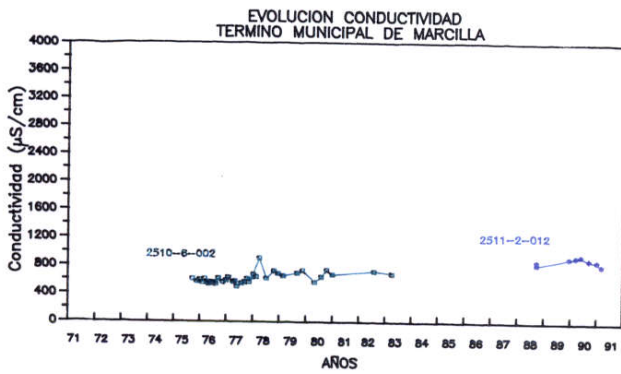


FIGURA 4: Evolución temporal de la conductividad y aniones controlados periódicamente.

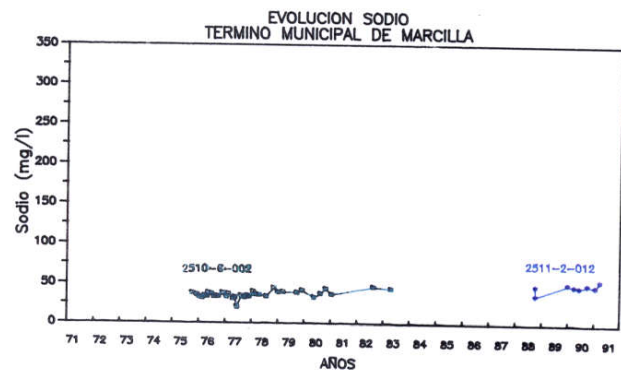
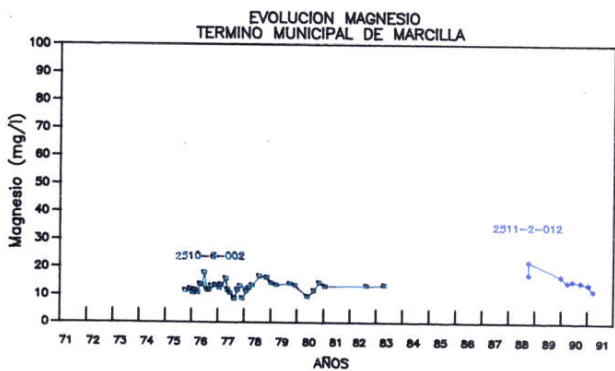
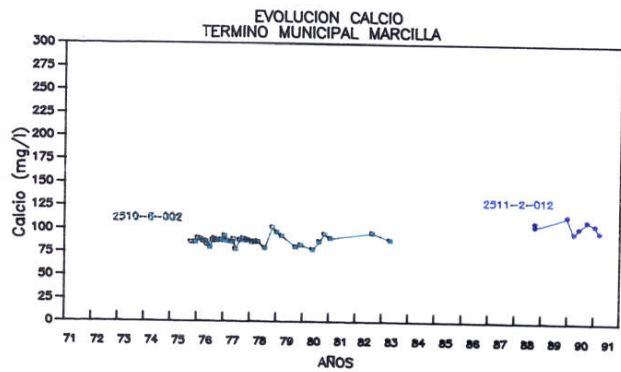
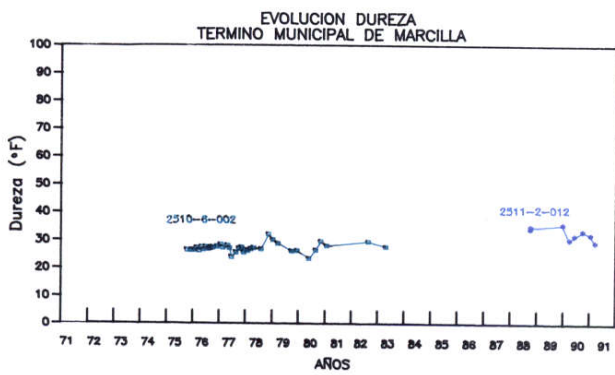


FIGURA 5: Evolución temporal de la dureza y cationes controlados periódicamente.

No obstante estas conclusiones no son definitivas puesto que se carece de una serie realmente representativa, además de requerirse información adicional sobre precipitaciones, así como régimen de explotación de las captaciones y una descripción de las características técnicas de la mismas y si éstas han variado durante el tiempo de observación (reprofundización de la obra, etc.).

8.2.3.- DIFERENCIAS GEOGRAFICAS DE CALIDAD

La escala de término municipal es demasiado pequeña para establecer variaciones importantes de calidad en el espacio. Tampoco la cantidad de puntos de agua con análisis es suficiente para poder distinguir zonas con distintas calidades químicas.

Pese a esto, a partir del conocimiento que se tiene del entorno (análisis de la calidad de otros municipios en el área), se puede distinguir, una diferencia más o menos clara entre las captaciones situadas en la terraza baja y aquellas situadas en el nivel medio o en zonas cercanas a él.

Las más cercanas al río Aragón 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. 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 nº2 se indica el análisis del pozo de abastecimiento.

El agua es sometida a un proceso de cloración, y descalcificación inmediatamente después de la salir del pozo, la acción del Cl_2 debe provocar la oxidación de todas las especies reducidas, incluyendo la materia orgánica.

Muestras	2511-2-012
Fecha	13/03/91
Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	824
pH	7.53
SO_4^- (mg/l)	86
Cl^- (mg/l)	59
HCO_3^- (mg/l)	284
NO_3^- (mg/l)	21
Na^{++} (mg/l)	56
K^+ (mg/l)	2.5
Ca^{++} (mg/l)	100
Mg^{++} (mg/l)	12
NH_4^+ (mg/l)	0.05
PO_4^{3-} (mg/l)	0.03

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

El análisis bacteriológico efectuado (ver anexo 4) indica, como era de esperar, 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. CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

9.- ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1.- CANTIDAD

Los datos incluidos en el presente informe reflejan lo siguiente:

- No se conoce con exactitud el caudal máximo de explotación de la captación existente en el municipio, aunque dada su situación en el acuífero aluvial y por similitud con otras zonas conocidas, cabe esperar que sea de al menos 15-20 l/seg.
- La demanda actual de agua es de 4,5 l/seg.
- La demanda calculada para el año horizonte considerado (2.015) es de 11 l/seg.
- El caudal disponible estimado es superior al necesitado actualmente y cubre suficientemente la demanda calculada para el año 2.015.

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 cubre de forma ajustada las necesidades actuales. Para cubrir la demanda futura sería preciso la construcción de un depósito de 1.000 m³ de capacidad.

La red de distribución se ha renovado recientemente y no se considera necesaria su revisión a corto o medio plazo.

9.2.- CALIDAD

Los análisis disponibles, tanto del pozo de abastecimiento como del resto puntos inventariados en el municipio, indican un grado de mineralización notable aunque, según la legislación vigente (Reglamentación Técnico Sanitaria del 20 de Septiembre de 1.990), las aguas de la zona se sitúan por debajo de las concentraciones máximas admisibles en todos los parámetros. Únicamente en el pozo de abastecimiento se han sobrepasado en alguna ocasión los límites establecidos de hierro y manganeso. Esto no implica que sean tóxicas pero provocan sabores desagradables además de precipitados negruzcos cuando aparecen condiciones oxidantes.

Los análisis bacteriológicos efectuados en la red de distribución indican que el agua es potable después de su tratamiento.

Es conveniente establecer un perímetro de protección en la captación con el fin de protegerla de la contaminación.

Es aconsejable establecer algún otro punto de muestreo periódico, además del abastecimiento, con el fin de poder contrastar la evolución del quimismo en el tiempo dentro del acuífero aluvial.

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOGRAFIAS



FOTO 1: Vista general de la captación de aguas subterráneas (en primer plano) y del depósito regulador.

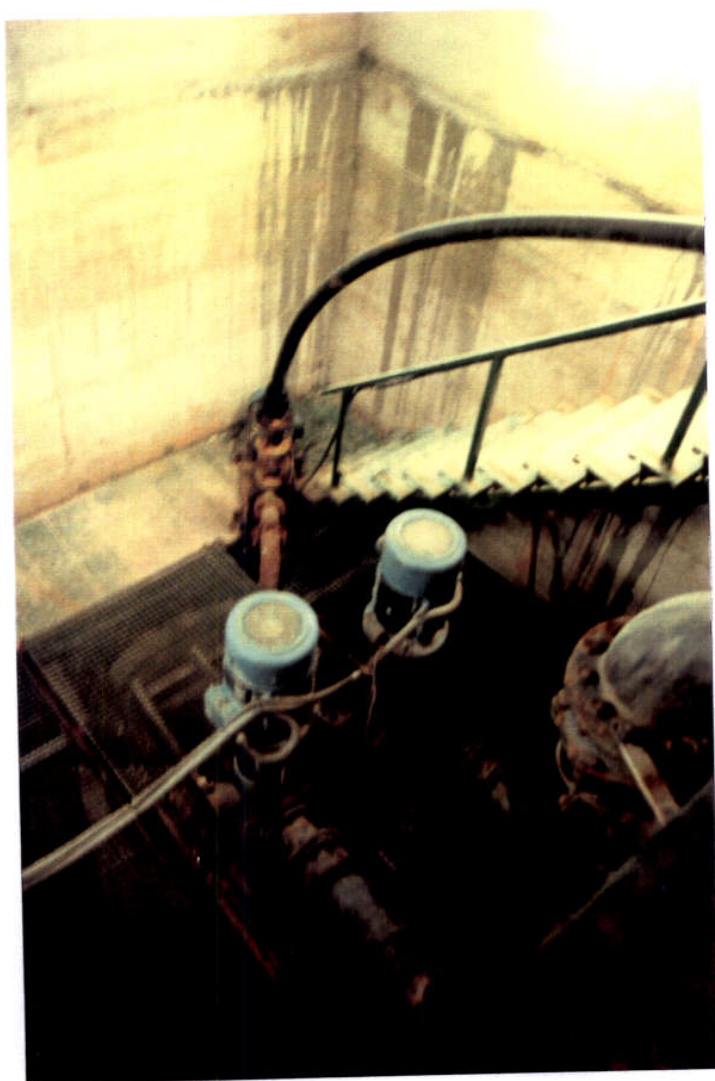


FOTO 2: Captación de aguas subterráneas.



FOTO 3: Depósito regulador.

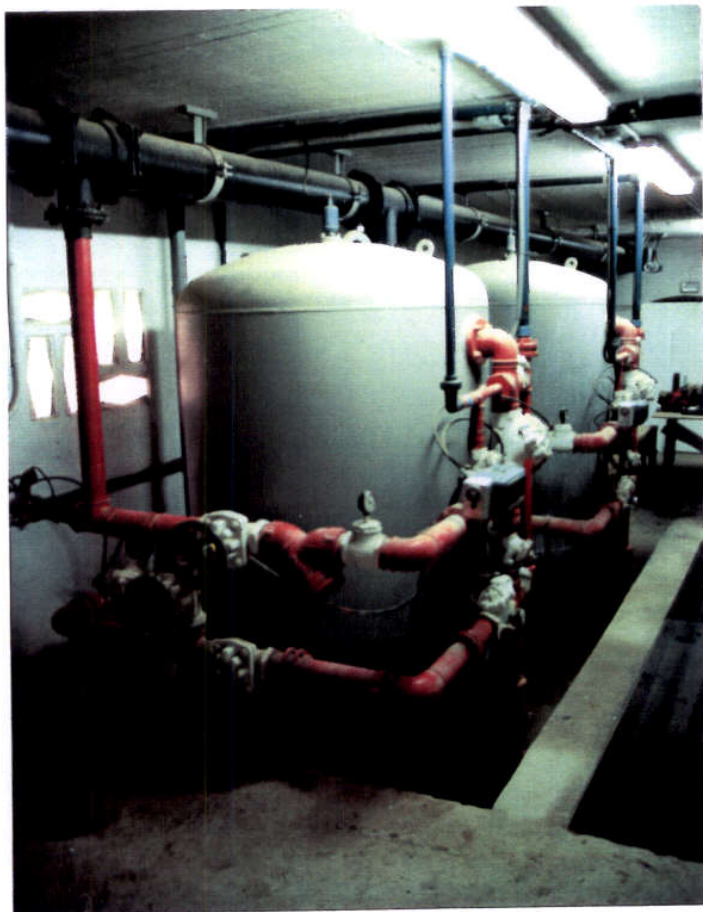


FOTO 4: Planta descalcificadora.

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

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

GEOMECANICA Y AGUAS, S.A.

ANALISIS N° :

FECHA DE MUESTREO : 13-03-91

PETICIONARIO : C.G.S.

FECHA DE ANALISIS : 11-04-91

DENOMINACION : POZO MARCILLA

HOJA DE ANALISIS

RESULTADOS ANALITICOS :

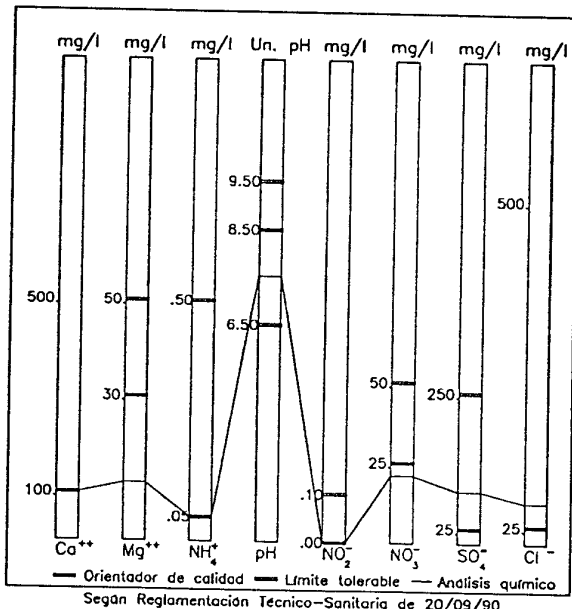
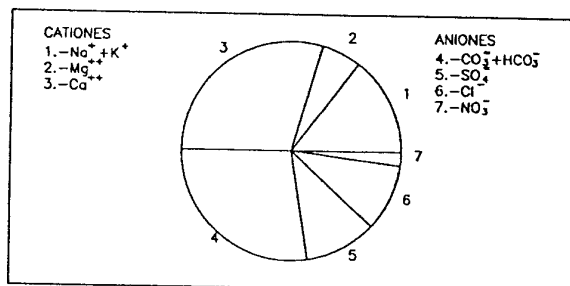
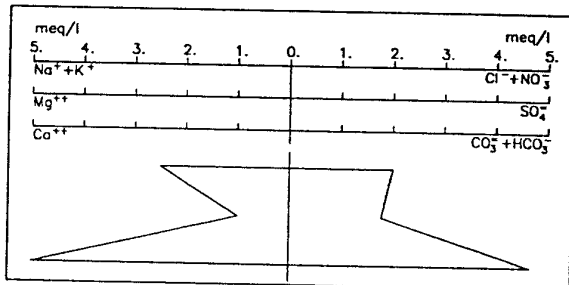
CATIONES				ANIONES			
		mg/l	meq/l			mg/l	meq/l
Litio	Li ⁺	.00	.00	Sulfatos	SO ₄ ⁻	86.00	1.79
Sodio	Na ⁺	56.00	2.44	Cloruros	Cl ⁻	59.00	1.66
Potasio	K ⁺	2.50	.06	Carbonatos	CO ₃ ⁼	.00	.00
Calcio	Ca ⁺⁺	100.00	5.00	Bicarbonatos	HCO ₃ ⁻	284.00	4.66
Magnesio	Mg ⁺⁺	12.00	.99	Nitratos	NO ₃ ⁻	21.00	.34
Amonio	NH ₄ ⁺	.05	.00	Nitritos	NO ₂ ⁻	.00	.00

ANALISIS FISICOS :

Conductividad a 25 °C (µS/cm)	824.
Dureza calculada (ppm CaCO ₃)	299.56
pH	7.53
Residuo seco calc. (ppm)	588.57
Error analítico (x)	.54

RELACIONES IONICAS

Cl/Na	.68	Mg/Ca	.20
Cl/(Na+K)	.67	Na/Ca	.49
Cl/SO ₄	.93	Na/K	38.06
(CO ₃ +HCO ₃)/Ca	.93	SO ₄ /Ca	.36
(CO ₃ +HCO ₃)/(Ca+Mg)	.78	SO ₄ /(Ca+Mg)	.30



OTRAS DETERMINACIONES :

PO₄⁼ = 0.03 mg/l

**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: 191/91

Realizado el análisis microbiológico con referencia 191/91, solicitado por el Instituto Tecnológico Minero, de la red de distribución de Marcilla, 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

INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE NAVARRA
Laboratorio: Tudela y Comarca

POTABILIDAD
DE AGUAS

Ref. 191 / 91

ANÁLISIS ABREVIADO

Solicitado por El Instituto General de Sondeos.
 Dirección Teléfono
 Origen y naturaleza de la muestra Pozo. Red de distribución. MARCILLA.
 Datos sobre el lugar de la toma Bar del Ayuntamiento.
 Recogida por La Compañía General de Sondeos. S/Ref.ª n.º
 Fecha y hora de recogida 27 / Mayo / 1.991 hr. 18,10
 Fecha y hora de recepción en el Laboratorio 28 / Mayo / 1.991 hr. 10,45
 Observaciones: Solicitud de Análisis Microbiológico.

RESULTADOS FÍSICO - QUÍMICOS

Color U. (Pt-Co) Sabor Olor
 Temp (in situ) °C Turbidez U. (SiO₂) Conductividad mmhos
 pH Dureza °F Residuo seco mg/l
 Alcalinidad total (CO₂Ca) mg/l
 Materia orgánica (O₂ absorbido del MnO₄K) mg/l

Amoníaco (NH ₄ ⁺) mg/l	Calcio (Ca ⁺⁺) mg/l
Nitritos (NO ₂ ⁻) mg/l	Magnesio (Mg ⁺⁺) mg/l
Nitratos (NO ₃ ⁻) mg/l	Cloruros (Cl ⁻) mg/l
Fluoruros (F ⁻) mg/l	Sulfatos (SO ₄ ⁼) mg/l
Fosfatos (PO ₄ ⁼) mg/l	Hierro (Fe ⁺⁺) mg/l
	Manganeso (Mn ⁺⁺) mg/l

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Cloro libre (in situ) 0,2 ppm

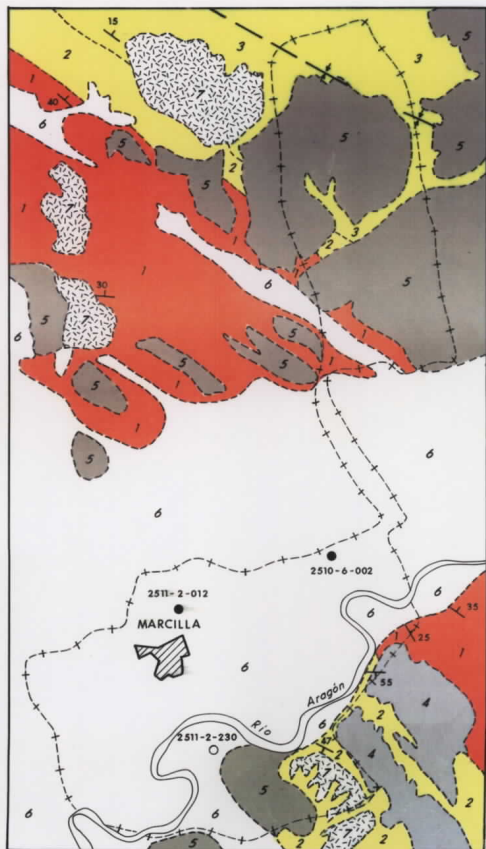
Bacterias aerobias mesófilas 1 /ml
 Bacterias coliformes (NMP) Negativo /100 ml
 Escherichia coli (NMP) Negativo /100 ml
 Estreptococos fecales Negativo / 100 ml
 Clostridios sulfito-reductores Negativo / 20 ml

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

Tudela a 10 de Junio de 19 91

EL JEFE DEL LABORATORIO.





CUATERN.	HOLOCENO	6	
	PLEISTOCENO	5	7
TERCIARIO	MIOCENO	3	
		2	
	OLIGOCENO	1	

- 7.- Glacis
- 6.- Llanura aluvial
- 5.- Terrazas antiguas
- 4.- Terrazas antiguas deformadas
- 3.- Margas con capas de caliza
- 2.- Yesos y arcillas
- 1.- Yesos masivos muy deformados

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto discordante
- +--+ Límite del municipio
- 15
|<---> Dirección y buzamiento de las capas
- +<---> Sinclinal
- - - - - Falla supuesta
- Pozo
- Pozo con análisis químico

 Instituto Tecnológico
Geominero de España

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 NAVALARRA				CLAVE
MAPA GEOLÓGICO Y DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DEL TERMINO MUNICIPAL DE MARCILLA.				PLANO N.º 1
DIBUJADO	FECHA Diciembre 91	COMPROBADO	AUTOR C. G. S.	ESCALA 1/50.000
				CONSULTOR C. G. S.