



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y
PROBLEMATICA DE CALIDAD Y
CONTAMINACION DEL ABASTECIMIENTO
AL MUNICIPIO DE FALCES.
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 subterráneas a organismos de cuenca y comunidades autónomas 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" FALCES	
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	14
3.2. TECTONICA	15
4. HIDROGEOLOGIA	17
4.1. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA	17
4.2. GEOFISICA	19
4.3. DEFINICION DE ACUIFEROS	20
4.4.1. Características litológicas y geoméricas de los acuíferos	21
4.3.2. Piezometría	22
4.3.3. Funcionamiento hidrogeológico	22
5. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO	25
5.1. CAPTACIONES EXISTENTES	25
5.2. INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO	27
5.2.1. Depósitos reguladores	27
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	30
6.1. DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL	30
6.2. DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA	31

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 HIDRI- COS	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	40
8.2.3.	Diferencias geográficas de calidad	40
8.3.	CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO	43
9.	ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO PREVISTA	48
10.	ANALISIS DE LA SITUACION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIO- NES	53
10.1.	CANTIDAD	53
10.2.	CALIDAD	54

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. BOLETEIN DEL ANALISIS BACTERIOLOGICO REALIZADO EN LA RED**

P L A N O S

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

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 Falces, 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 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 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.

- "Estudio de las áreas de posible influencia de la Mancomunidad de Aguas de Montejurra". Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra. Octubre, 1.987.
- Base de datos de la red de calidad de aguas subterráneas del Gobierno de Navarra.
- "Informe técnico sobre el pozo de captación Funes nº2 para abastecimiento a Falces". Sección de Recursos Hidráulicos y Geología del Servicio de Obras Públicas del Gobierno de Navarra, Septiembre de 1.991.
- Encuesta en las oficinas municipales y visita a los puntos de captación, depósitos reguladores, etc.
- Toma de muestras para análisis químico 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 Falces se sitúa en la Depresión del Ebro. Los materiales aflorantes son en su totalidad de origen continental y pertenecen al Terciario y Cuaternario.

En el sector estudiado los depósitos terciarios están constituidos esencialmente por yesos y arcillas con niveles areniscosos y calizas. Estos materiales se depositaron durante el Oligoceno y Mioceno.

Los depósitos cuaternarios se disponen en un sistema de terrazas asociadas al Río Arga. Las litologías varían desde gravas y arenas hasta limos y arcillas sin consolidar.

3.1.- ESTRATIGRAFIA

3.1.1.- TERCIARIO

En el mapa geológico (plano nº 1) se distinguen cinco unidades terciarias.

Unidad 1

Estos materiales se encuentran tectonizados, siendo frecuentes los anticlinales y sinclinales apretados y tumbados, así como las fallas inversas cuyos planos presentan tendencia a la horizontalidad.

La unidad está formada por una alternancia de bancos de yesos blanquecinos y negruzcos y tramos grises y verdosos. Los bancos oscilan entre pocos centímetros y 25

m. aproximadamente. En las proximidades de Falces se han medido 370 m. de potencia para esta unidad.

Unidad 2

Está compuesta mayoritariamente por margas y arcillas con intercalaciones de capas de areniscas de 10 a 30 cm. de espesor. Existen también niveles intercalados de yesos y calizas aunque mucho menos frecuentes.

Se han medido espesores de 530 m. para esta unidad.

Unidad 3

Formada por margas grises con nódulos de yeso en las que se intercalan capas de yeso alabastrino blanco cuya potencia oscila desde escasos centímetros a bancos de 2 m. Presentan un aspecto masivo aunque en realidad corresponden a yesos originalmente laminados.

Unidad 4

Constituida por margas blanquecinas, rosadas, grises y rojizas, con capas desde 0.15 a 1.5 m. de potencia, de calizas, calizas arenosas y margosas y areniscas. Hacia la base del tramo dentro de las margas aparecen intercalados nódulos y capas finas de yesos.

Se han medido potencias de 315 m.

Unidad 5

Está formada por una sucesión de capas de calizas y de margas de tonos blanquecinos. Las capas de calizas se hacen tanto más frecuentes y potentes (entre 0.20 y 0.80 m.) cuanto más al techo de la unidad.

3.1.2.- CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios son de origen fluvial y forman las terrazas de los ríos Arga 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 han agrupado de una forma más o menos arbitraria en función de sus características litológicas, morfológicas y de su altitud relativa con respecto al Ebro.

Unidad 6

Se agrupan en esta unidad varios niveles de terrazas colgadas así como algunos depósitos con morfología de glacis que se encuentran a una altura sobre el nivel actual del río de al menos 10 m.

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

Unidad 7

Corresponde a la llanura de inundación actual o llanura aluvial y a la terraza encajada inmediatamente superior.

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 Falces se pueden definir el anticlinal de Falces y el sinclinal de Mendavia.

4.- HIDROGEOLOGIA

4.- HIDROGEOLOGIA

La mayor parte del municipio de Falces 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 Falces 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 de tres puntos de agua (dos pozos 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 los pozos 2510-5-010 y 2510-5-012 de los que únicamente se dispone de los análisis químicos en ellos realizados.

Nº INVEN.	FECHA	X	Y	COTA	NATUR.	PROF. (m)	NIVEL (m)	LITOL.	USO	EXT. ANUAL (Dm ³ /año)	N. A.Q.	OBSERV.
2510-5-219	11/07/88	600200	4693400	293	Pozo	4.32	3.72	Gravas	Doméstico			Abastece a Falces
2510-5-220	12/07/88 14/03/91	599600	4693600	290	Sondeo	15	2.49 3.50	Gravas	Abastecimiento	137	5	
2510-6-221	11/07/88	601550	4694450	296	Pozo	11.43	8.29	Gravas	Ganadería	7		

CUADRO I.- Resumen del inventario de puntos de agua

No se dispone con detalle en ninguno de los puntos de la columna de materiales atravesada aunque parece ser que no se ha llegado al substrato impermeable. Tampoco se dispone de bombeos de ensayo que permitan conocer los caudales óptimos de explotación.

Falces se abastece actualmente del punto 2510-5-220 pero debido a los problemas de calidad química que presentan, y que se comentarán en el capítulo 8, se ha construido otro pozo de abastecimiento en el término municipal de Funes que está prevista su puesta en funcionamiento a finales de 1.991 o comienzos de 1.992. Las principales características de este nuevo sondeo se exponen en el capítulo 9.

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 Excma. Diputación Foral de Navarra.

Concretamente dentro del término municipal de Falces se dispone de la información aportada por el perfil P-30 con un total de 10 SEV.

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

- Resistividades menores de 20 Ohm.m.: materiales arcillosos
- Resistividades entre 30 y 150 Ohm.m.: limos y arenas
- Resistividades entre 200 y 1.000 Ohm.m.: gravas y arenas más o menos sucias
- Resistividades entre 1.000 y 2.000 Ohm.m.: gravas limpias (o secas)

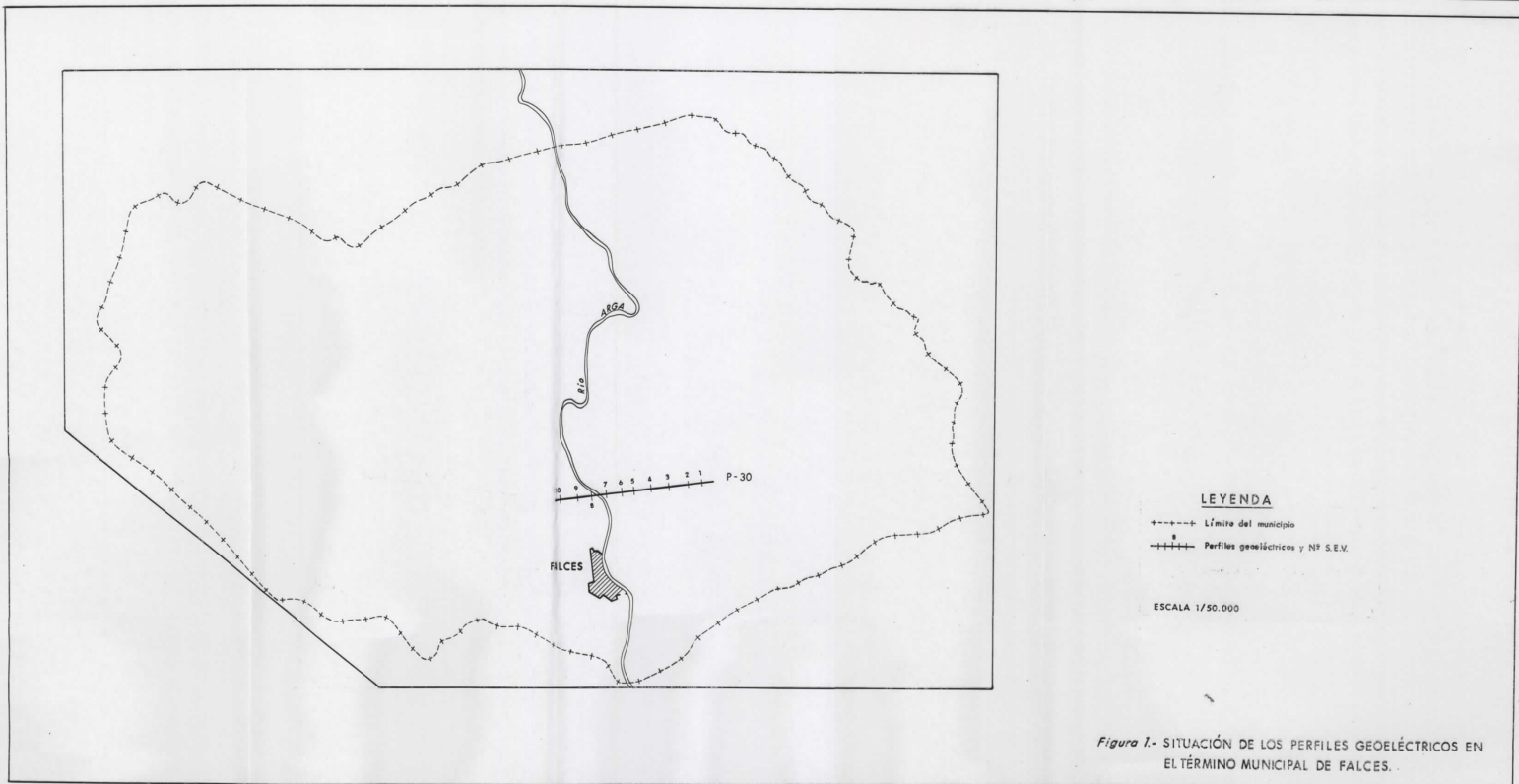


Figura 1.- SITUACIÓN DE LOS PERFILES GEOELÉCTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FALCES.

- Resistividades mayores de 2.000 Ohm.m.: zonas superficiales muy secas o influidas por yesos.

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

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

1.- Prescindiendo del SEV nº 10 que se encuentra muy próximo a los afloramientos de yesos, el resto del perfil es bastante homogéneo con una capa superficial de naturaleza limosa y resistividades del orden de 20-50 Ohm.m. La segunda capa presenta valores apreciables en su resistividad destacando los 400 Ohm.m. en el SEV nº5 y los 500 Ohm.m. del SEV nº 8. Esta capa se estrecha hacia el Este y parece desaparecer entre los SEV nº 8 y 9.

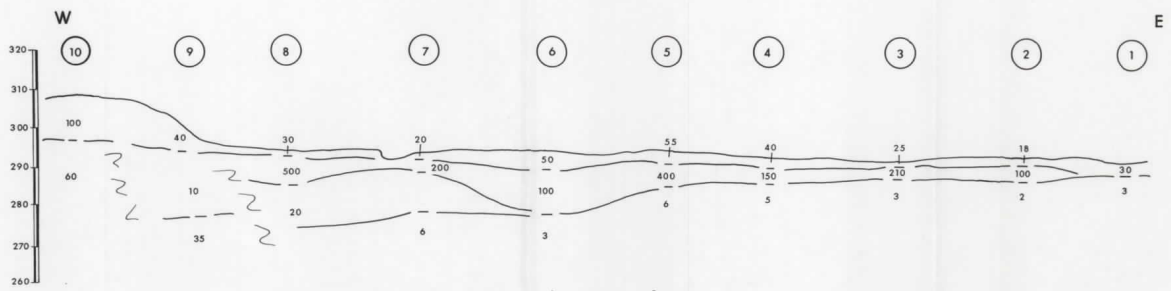
El substrato arcilloso aparece bien definido hacia el SEV nº7. A partir de este punto se debe de encontrar a profundidad creciente y los SEV Nº 8, 9 y 10, no llegan a alcanzarle.

El punto de mayor interés hidrogeológico se sitúa a la altura del SEV nº6.

4.3.- DEFINICION DE ACUIFEROS

Los materiales de permeabilidad alta aflorantes en el municipio corresponden a los depósitos de origen fluvial cuaternarios (unidades 6 y 7). 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 Falces.

PERFIL-30



7 S.E.V.
 90 Valor de la resistividad en ohm x m
 ESCALA H. 1/ 20.000
 V. 1/ 1.000

Figura 2.- PERFILES GEOIÉLÉCTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FALCES

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

4.4.1.- CARACTERISTICAS LITOLOGICAS Y GEOMETRICAS DE LOS ACUIFEROS

Unidad 7

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 el perfil geofísico existente varía desde 5 m. al Este a más de 20 m. al Oeste, cerca ya de los impermeables terciarios. La superficie de contacto con el substrato impermeable es bastante regular y aumentan su profundidad de Este a Oeste.

El acuífero está limitado normalmente por los materiales impermeables terciarios.

Unidad 6

Corresponde a las terrazas colgadas que se sitúan al menos a 10/20 m. sobre el nivel actual del río.

Las características litológicas son similares a la unidades anteriores. La transición con la unidad 7, en las zonas en las que están en contacto, se produce a través de un escarpe abrupto.

La escasa superficie de afloramiento de estos materiales dentro del municipio de Falces limita notablemente su interés hidrogeológico.

4.3.2.- PIEZOMETRIA

En la unidad 7 el nivel piezométrico se sitúa próximo a la superficie topográfica y presenta oscilaciones estacionales que suelen varían entre 1 y 5 m. generalmente.

Las fluctuaciones piezométricas están influidas, fundamentalmente, por el nivel de agua en el Río Arga. En zonas 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 Ebro y afluentes, contenida en el "Estudio Hidrogeológico de Navarra", muestra que el flujo subterráneo se realiza según líneas convergentes hacia el cauce del río, que actúa como área de drenaje del acuífero durante la mayor parte del año, excepto en épocas de fuertes crecidas en la que temporalmente el río alimenta al acuífero.

4.3.3.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO

La unidad 7 constituye un acuífero libre formado por materiales no consolidados y permeables por porosidad.

La recarga del acuífero se produce a partir de cinco factores fundamentales:

- Precipitación directa sobre los mismos.

- Alimentación subterránea procedente de la unidad 6 a través de las zonas de contacto entre ellos.
- Infiltración de la escorrentía superficial procedente de los materiales impermeables terciarios.
- Infiltración procedente de los excedentes de riego.
- Infiltración en las márgenes del río por crecidas y desbordamientos.

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

5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

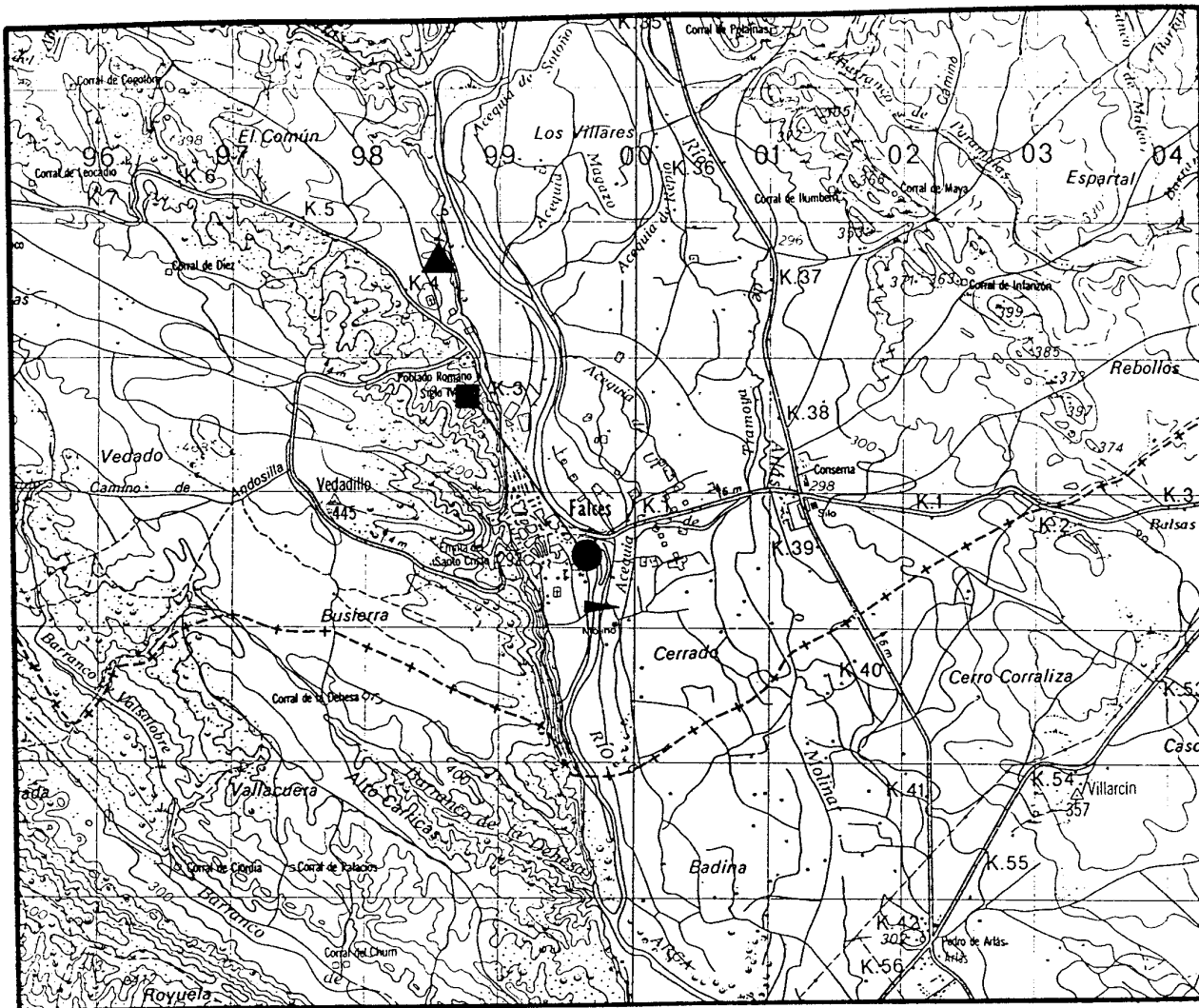
5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

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

5.1.- CAPTACIONES EXISTENTES

Falces se abastece actualmente de un sondeo diferenciado con el código 2510-5-220 en el inventario de puntos de agua (plano n°1). Este punto de abastecimiento será sustituido a corto plazo por otro sondeo construido en el Término de Funes debido a los graves problemas de calidad química del sondeo utilizado actualmente. Las características de este nuevo punto serán tratadas con detalle en el capítulo 9 de este informe. El abastecimiento actual se describe a continuación:

- Año de construcción: 1.985
- Profundidad del pozo: 15m.
- Diámetro: 500mm.
- Revestimiento: tubería de acero
- Protecciones: no tiene actualmente
- Profundidad del nivel de agua (14/03/91): 3,5m.
- Cota: 290 mm.
- Distancia al depósito regulador: 1.500m.
- Equipamiento: dos bombas de 25 CV con una capacidad de extracción de 100 m³/hora.



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

- Año de construcción: 1.985.
- Cota (en la puerta): 350.
- Capacidad: 1.500 m³. Dividido en dos compartimentos de 750 m³ cada uno.
- Estado general: bueno, sin fugas.
- Observaciones: 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: 1.985
- Longitud: 1.500 m.
- Desnivel: 60 m.

La red de distribución se ha renovado recientemente (1.984-88) y tiene una longitud total aproximada de 4 Km. Se detectan pocas fugas.

5.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS AGUAS Y EL CONTROL SANITARIO

El agua se trata en una planta potabilizadora mediante los siguientes procesos: coagulación, floculación, decantación, filtración, descalcificación y cloración.

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 Falces 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.

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 se incluyen el consumo doméstico, parte del industrial y el originado en las instalaciones municipales (oficinas, escuelas, piscina, campo de fútbol, etc.).

Muchas de las industrias y las granjas más importantes toman agua directamente del río o disponen de pozos propios.

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 las fugas en la red.

6.1.- DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL

La población de hecho de Falces es de 2.767 habitantes según el padrón municipal del 1 de Enero de 1.990. Los aumentos de población de forma estacional son cercanos a los 200 habitantes durante los meses de verano.

Los consumos registrados durante el año 1.990 de forma trimestral son los siguientes:

- Enero-Marzo: 62.495m³
- Abril-Junio: 82.367m³
- Julio-Septiembre: 87.198m³
- Septiembre-Diciembre: 84.820m³

- Consumo total: 316.880m³/año

Estos consumos suponen un valor medio de 314 l/hab./día. Este valor está muy por encima de 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 200 l/hab./día, en estas dotaciones se cuentan todas las posibles utilizaciones de agua dentro del núcleo de población.

Las diferencias mencionadas implican un consumo industrial y de instalaciones municipales muy elevado además del caudal captado, en el caso de las industrias, mediante pozos propios y tramos del río.

6.2.- 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 8.545m³/Ha./año.

La extensión total del municipio es de 11.450 Ha. Según los datos correspondientes a 1.984, 1.190Ha. se dedican a cultivos de regadío.

Aplicando la dotación media antes mencionada, resulta una demanda de 10,2 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 LA NECESIDADES DE AGUA
(AÑO HORIZONTE 2015)**

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 tasas que se han dado durante los últimos años.

Año	Población	Tasa de crecimiento
1.940	3.348	--
1.950	3.433	0,251%
1.960	3.400	-0.097%
1.970	3.139	-0,796%
1.980	2.938	-0,660%
1.985	2.679	-1,829%
1.990	2.767	0.649%

La tasa de crecimiento ha sido negativa durante al menos 30 años. Sólo se ha observado una recuperación en los últimos cinco años. Adoptando una tasa de crecimiento del 0.7%, correspondiente a la registrada en este último período, la población resultante para el año 2.015 es de 3.294 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 del 2% de esta dotación hasta el año horizonte considera-

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

La dotación teórica para el año 2.015 será de 328 l/hab./día. La demanda teórica media para ese año será de 1.080,5 m³/día (12,5 l/seg.), con valores puntas en verano de 1.120 m³/día (13 l/seg.). Estas cifras se pueden considerar como valores mínimos puesto que el consumo industrial en el municipio es elevado y es posible que la demanda real futura se acerque a los 20 l/seg.

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 agua de la captación destinada al abastecimiento de la población en origen.
- De las bases de datos informáticos facilitadas por el Gobierno de Navarra, en donde se incluyen análisis correspondientes al punto de control periódico y que coincide con el abastecimiento a la población y, además, en este municipio se ha podido disponer de una serie de 5 análisis químicos de aguas superficiales y procedentes del Río Arga a la altura del puente de Falces y tomadas a lo largo de los años 1.990 y 1.991.

El volumen de información es, por tanto, suficiente para entender el funcionamiento hidrogeológico del acuífero y escaso para observar variaciones temporales de calidad ya que el período de muestreo abarca únicamente dos años (tabla nº 1).

Los análisis se refieren principalmente a parámetros químicos estándar (mayoritarios, especies nitrogenadas, etc.). La información sobre metales pesados, así como contaminantes orgánicos va referida únicamente al punto 2510.5.220. En el anexo 2 se han incluido los listados de los análisis utilizados.

8.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Las aguas subterráneas procedentes del acuífero cuaternario asociado al Río Arga presentan una fuerte mineralización oscilante según la fecha del análisis, pero que con frecuencia supera los 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y que entraría dentro de las aguas con salinidad elevada e incluso salobres.

PUNTO N°	N° ANALISIS	FECHAS
2510-5-220	6	12/89-1/91, 3/91
2510-5-009	1	10/75
2510-5-010	1	10/75
2510-5-012	1	10/75
9211-0-000	5	1/90-3/91

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

Se trata de aguas duras-extremadamente duras, con valores que oscilan entre 40 y 100 °F., esta circunstancia hace pensar que sean frecuentes los problemas de incrustaciones en las tuberías, gasto excesivo de jabón y dificultad en la cocción de los alimentos.

Según la legislación vigente (legislación técnico-sanitaria de 20 de Septiembre de 1.990) son varios los parámetros físico-químicos mayoritarios que superan temporal o permanentemente, los límites máximos establecidos y que son:

· Cloruros	límite máximo	200 mg/l
· Sulfatos	límite máximo	50 mg/l
· Nitratos	límite máximo	50 mg/l
· Magnesio	límite máximo	50 mg/l
· Sodio	límite máximo	150 mg/l

esto se traduce en que las características organolépticas asociadas a estas aguas no sean las más adecuadas para consumo humano.

Por lo que respecta a los elementos químicos minoritarios se ha podido disponer de un menor número de análisis, pero así y todo se han puesto de manifiesto valores superiores a la reglamentación en iones hierro y zinc y cuya procedencia no puede asegurarse que sea del medio natural o implique indicios de contaminación consecuencia de la actividad humana. La excesiva concentración del ión hierro, que puede llevar asociada también una alta concentración en ión manganeso, produce al pasar a un medio oxidante, depósitos negruzcos en incluso puede llegar a producir manchas en la ropa lavada con ellos. Este problema es relativamente frecuente en algunos puntos del aluvial del Ebro y afluentes y sus orígenes no están perfectamente establecidos.

8.2.1.- FACIES QUIMICAS

Los análisis químicos de todas las aguas subterráneas disponibles presentan como facies mayoritaria la de tipo clorurada-sódica con variaciones muy importantes en el valor de la conductividad (mínimo 1.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y máximo 5.795 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

No ocurre lo mismo con los análisis químicos de las aguas tomadas directamente del Río Arga a la altura del puente de Falces. Estas aguas presentan una mineralización comprendida entre 442 y 2.150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el tipo de facies varía de unos análisis a otros, y así tenemos:

- . Análisis de 16/01/90: bicarbonatada cálcica
- . Análisis de 23/04/90: bicarbonatada cálcica
- . Análisis de 27/08/90: clorurada sódica
- . Análisis de 14/11/90: bicarbonatada sodo-cálcica
- . Análisis de 04/03/91: bicarbonatada sódica

8.2.2.- EVOLUCION TEMPORAL DE LA CALIDAD

En los gráficos de las figuras 4 y 5 se han representado los datos del punto 2510-5-220, que corresponde al abastecimiento urbano del municipio.

Como se puede observar la serie disponible para este punto es bastante corta, apenas dos años, y no permite establecer una evolución en el tiempo con suficiente fiabilidad.

La interpretación de todas las oscilaciones observadas, especialmente acusadas en el caso de los cloruros y el sodio, requeriría información adicional sobre precipitaciones, así como régimen de explotación de la captación y una descripción de las características técnicas del sondeo y si éstas han variado durante el tiempo de observación (reprofundización de la obra, etc.). En general la mineralización crece en primavera y verano (estiaje), para disminuir hacia finales de otoño.

8.2.3.- DIFERENCIAS GEOGRAFICAS DE CALIDAD

Hay que considerar que la escala de término municipal es demasiado pequeña para establecer variaciones importantes de calidad en el acuífero, a lo que hay que añadir que la mayoría de los puntos se encuentran en un entorno hidrogeológico similar y no son representativos de todos los materiales presentes.

El acuífero en el área corresponde a la llanura aluvial de los depósitos cuaternarios asociados al río Arga; es ahí donde se encuentran la totalidad de puntos con análisis. El resto del municipio corresponde a materiales terciarios prácticamente impermeables.

Las diferencias tan marcadas en la analítica de los puntos procedentes de aguas subterráneas y los procedentes del Río Arga rompe con el esquema de funcionamiento

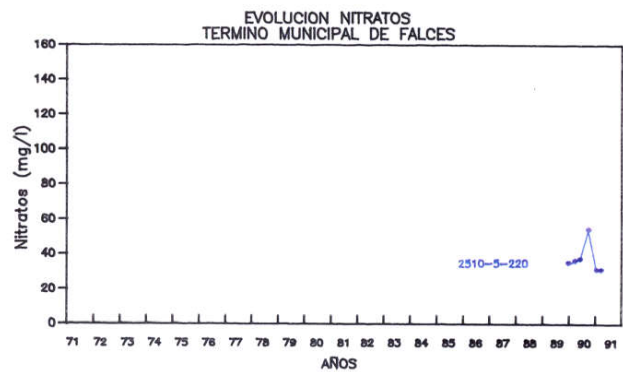
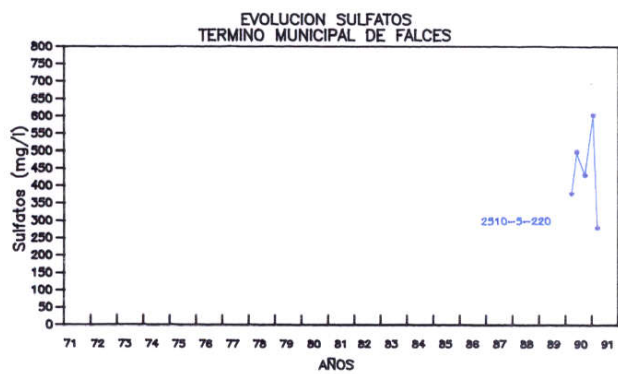
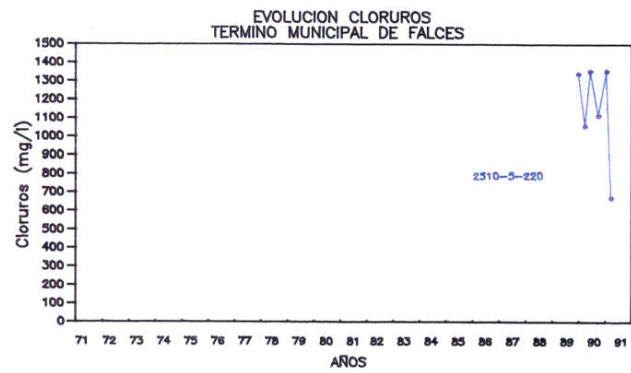
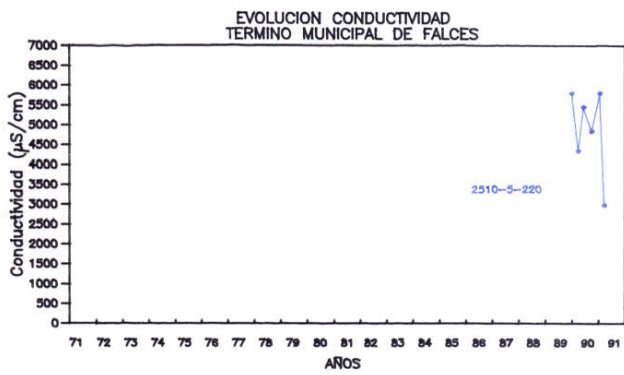


FIGURA 4: Evolución temporal de la conductividad y aniones controlados periódicamente.

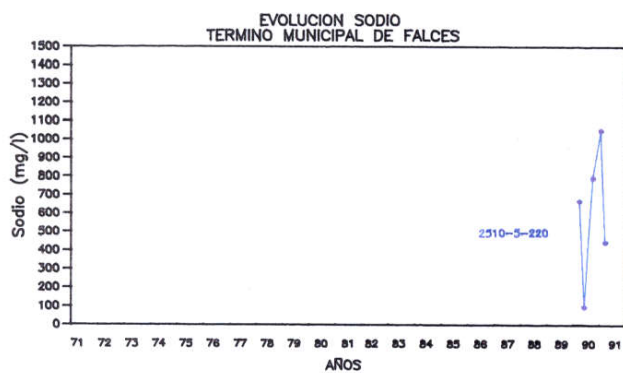
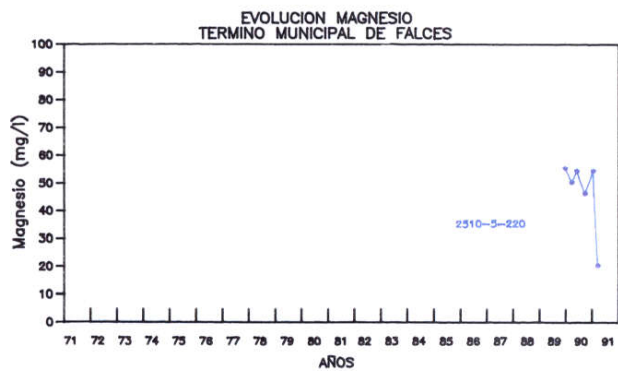
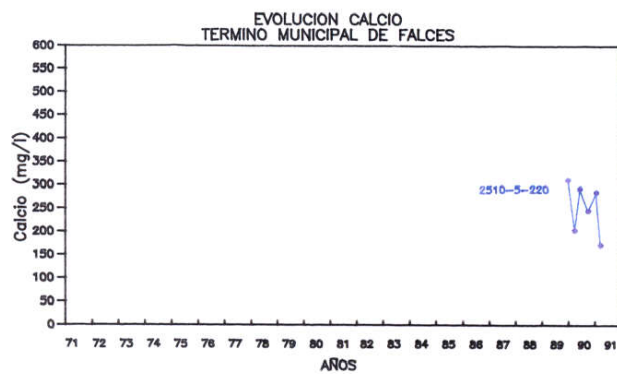
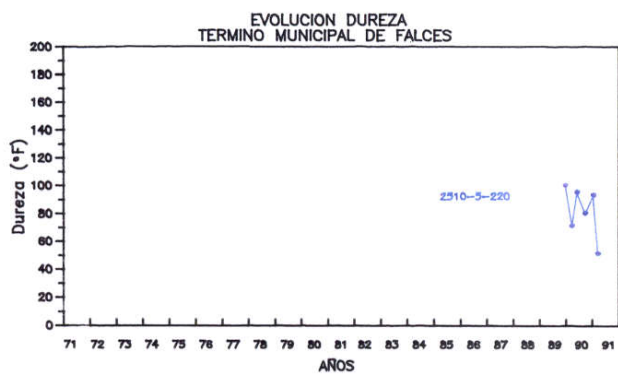


FIGURA 5: Evolución temporal de la dureza y cationes controlados periódicamente.

El acuífero es de gravas y no tiene sales. Hay aportes de agua del terciario cargadas en sales y probablemente la conexión con el río se realice muy aguas arriba, favoreciendo la mezclas con las otras aguas.

8.3.- CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la tabla 2 se muestra el análisis del agua del pozo de abastecimiento tomada el 14 de marzo de 1.991.

Muestra	2510-5-220
Fecha	14/03/91
Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2980
pH	7.33
SO_4^- (mg/l)	278
Cl^- (mg/l)	669
HCO_3^- (mg/l)	292
NO_3^- (mg/l)	31
Na^{++} (mg/l)	440
K^+ (mg/l)	9.1
Ca^{++} (mg/l)	170
Mg^{++} (mg/l)	20
NH_4^+ (mg/l)	0.08

Tabla N°2.- Parámetros químicos determinados en el pozo de abastecimiento a Falces.

Al tratarse de aguas de abastecimiento urbano hay que señalar que se sobrepasan varios de los límites máximos admisibles según la legislación vigente sobre potabili-

dad de las aguas (sulfatos, cloruros, sodio). Ha resultado de gran interés el poder disponer de información proporcionada de las oficinas municipales y que reflejan las variaciones estacionales del quimismo, (tabla nº3), y que confirman los elevados valores de los elementos señalados con anterioridad y añaden, en ocasiones, el ión nitrato por encima de los límites de C.A.E.

El municipio posee una planta potabilizadora, donde se realizan los siguientes tratamientos: coagulación, floculación, decantación, filtración y cloración.

Conviene hacer la salvedad que a la hora de redactar este informe ya existe una nueva captación de aguas de mejor calidad y que será el futuro abastecimiento de Falces, situado entre el interfluvio de los ríos Arga y Aragón.

FECHA	CONDUCTIVIDAD (μ S/cm)	NITRATOS (mg/l)	SULFATOS (mg/l)	CLORUROS (mg/l)	CALCIO (mg/l)	M.ORGANICA (ppm)	C.MICROBIOTICA
25-04-86	2.770	17.0				5.7	
19-05-86	3.140	15.6			240	2.0	
06-06-86	3.320	23.2		791.7	248	1.9	
22-07-86	3.950	40.7				2.0	
16-03-87	4.610	24.7				1.9	
22-06-87	4.560	41.1				2.5	
21-09-87	4.900	42.0				3.6	
11-04-88	4.550	26.3				3.2	
30-08-88	4.610	54.3				3.1	
14-02-89	4.580	35.2				1.6	
01-08-89	5.350	56.6	555.9	2.740,6	352	7.0	
30-08-90	5.290	46.8				4.2	Correcta
01-11-90	5.180	44.0	450	1.562	320	2.8	Correcta

Tabla 3: evolución química del agua en la red de distribución.

9. ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO PREVISTA

9.- ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO PREVISTA

Debido a la deficiente calidad de las aguas subterráneas de consumo público de Falces, e Ayuntamiento de la citada localidad solicitó del Gobierno de Navarra la modificación de sistema de abastecimiento.

Del estudio de diversas alternativas se llegó a la conclusión que la más conveniente técnica y económicamente y que, además, permitía resolver el problema a corto plazo, era la captación de aguas subterráneas del acuífero aluvial del Río Aragón en el Término Municipal de Funes.

Con este objetivo se construyó en (Abril-Mayo, 1.991) el pozo Funes nº 2 cuyas principales características se describen a continuación:

Columna atravesada:

- 0-3 m. Arcillas y limos con algo de grava
- 3-7 m. Arenas finas, limos y arcillas con gravas
- 7-9 m. Gravas 1-3 cm.
- 9-11 m. Gravas, de menos de 1 cm., con arena
- 11-15 m. Gravas 1-3 cm.
- 15-18 m. Gravas gruesas, hasta 6 cm.
- 18-19 m. Gravas finas, de menos de 1 cm. con arena
- 19-21 m. Gravas 1-4 cm.
- 21-23 m. Arcillas y limos marrones con grava
- 23-27 m. Limos y arcillas oscuras con materia orgánica (aluviales)

Características técnicas

El pozo se realizó a percusión con un diámetro de perforación de 700 mm., utilizando tubería auxiliar del mismo diámetro hasta los 24 metros.

PROFUNDIDAD	DIAMETRO DE TUBERIA (mm)	NATURALEZA
0-7.5	550	Metálica (ciega)
7.5-21	550	Metálica (rejilla puentecillo: 2mm de paso)
21-27	550	Metálica (ciega)

Se colocó entre las paredes del terreno y la tubería del pozo un relleno de unas 30 Tm. de grava silíceo de tamaño 8-15 mm., con el fin de estabilizar las arenas del acuífero y evitar su bombeo. Durante el desarrollo del pozo la grava asentó unos 4 metros que, simultáneamente, se fueron rellenando.

El desarrollo del pozo se efectuó mediante aire comprimido, con el que se extraían caudales que oscilan entre 40 y 25 l/seg., según la surgencia fijada en cada momento. Con este sistema pudo eliminarse un cierto porcentaje de materiales finos de los alrededores del pozo, aumentando la permeabilidad en el entorno del mismo. Al bombear el agua de forma normal el agua sale completamente limpia, sin arrastres.

Igualmente, se han llevado a cabo ensayos de bombeo escalonados y continuos, así como de recuperación, con toma de muestras de agua para análisis químico. A continuación, se describe e interpreta el continuo con 67 l/seg. por ser el de mayor interés.

Resumen del bombeo a caudal constante:

- Duración: 75 horas
- Nivel inicial: 5,32 m.

- Nivel final: 6,26
- Descenso: 0,94 m.
- Transmisividad media calculada: 30.000 m²/día
- Coeficiente de almacenamiento: 8,5 %
- Conclusiones: si fuese necesario se podría extraer un caudal de 100 l/seg. quedando el nivel dinámico a una profundidad no superior a los 9 m. teniendo en cuenta que el nivel estático se encuentra a unos 5 m. Si el bombeo con un caudal de 100 l/seg. fuese cíclico, es decir, sólo durante unas horas al día los descensos serían sensiblemente inferiores a los calculados.

Características químicas de las aguas subterráneas

Durante el bombeo a caudal constante se obtuvieron tres muestras de agua para análisis químico a diferentes tiempos de bombeo ($t_b = 2, 13$ y 74 horas) para estudiar la evolución con el bombeo de los diferentes parámetros analizados. En este sentido se puede afirmar que, a estos tiempos de bombeo, no se observa ninguna variación, presentando las tres muestras características similares.

Aunque sólo se han analizado los caracteres físico-químicos, ninguno de ellos rebasan los valores de las concentraciones máximas admisibles en el agua potable, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público.

Quizá convenga resaltar que el contenido en nitratos (43 mg/l) es algo elevado si se tiene en cuenta que la concentración máxima admisible es de 50 mg/l. No obstante, se trata de un valor normal en todo el acuífero aluvial del Ebro. Igualmente se puede destacar la dureza del agua que presenta un valor de 40°F, aunque éste puede considerarse también normal en aguas que proceden de estos acuíferos aluviales, tal es el caso de las aguas subterráneas que abastecen a Tafalla, Tudela y a otras muchas poblaciones de La Ribera.

Si se comparan las aguas del abastecimiento actual con las aguas del nuevo pozo, se observa una importante reducción de la dureza, que pasa de valores que pueden alcanzar los 100°F a los 40°F, y lo mismo ocurre con la mineralización. Por su parte, los cloruros y sodio, que imprimen el carácter salino del agua que se consume en la actualidad, disminuyen en concentraciones superiores a 100 mg/l a concentraciones del orden de 45 mg/l. Y lo mismo ocurre con los sulfatos que pasan de 600 mg/l a 117 mg/l.

En general, se puede afirmar que la calidad del agua del acuífero aluvial del Aragón es muy superior a la del Arga, entre Falces y Peralta, teniendo las aguas, en el primero, un carácter bicarbonatado cálcico y, en el segundo, clorurado sódico. Además, hay que tener en cuenta que con bombeos de mayor duración puede producirse una recarga inducida de río Aragón en el acuífero, con lo que la calidad del agua del pozo podría, incluso, mejorar

**10. ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

10. ANALISIS DE LA SITUACION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1.- CANTIDAD

Los datos incluidos en el presente informe reflejan lo siguiente:

- La demanda actual de agua es de 10 l/seg.
- La demanda teórica calculada para el año horizonte considerado (2.015) es de 12,5-13 l/seg., aunque el elevado consumo industrial en el municipio hace pensar que la demanda real para ese año pueda llegar a los 20 l/seg.
- Aunque no se conoce con exactitud la capacidad de extracción del punto actual de abastecimiento, éste cubre la demanda actual sin problemas y, dada su localización tan cercana al río, cabe suponer que puede cubrir la demanda futura calculada.
- El nuevo punto de abastecimiento, situado en el Término Municipal de Funes y que está previsto poner en funcionamiento a corto plazo, puede aportar caudales de 100 l/seg. con depresiones pequeñas y asegura el abastecimiento futuro de Falces e incluso el de algunas otras poblaciones cercanas.

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 cuanto a cantidad, aunque la mala calidad de los mismos desaconseja su utilización.

La regulación existente es suficiente para las necesidades actuales. Asimismo, la red de distribución se ha renovado recientemente y cabe esperar un buen funcionamiento de la misma a corto y medio plazo.

10.2.- CALIDAD

Los análisis disponibles indican que el agua utilizada para el abastecimiento tiene un grado de mineralización muy alto y claramente desaconsejable para uso humano continuado.

Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico Sanitaria del 20 de Septiembre de 1.990) sobrepasa las concentraciones máximas admisibles en la mayoría de los elementos analizados, lo cual provoca que las características organolépticas no sean las más adecuadas para su consumo.

Asimismo, la dureza es muy elevada, lo cual provoca problemas de incrustaciones en la redes de distribución, gran consumo de jabón, etc.

El resto de puntos de agua del municipio analizados presentan también un grado de mineralización alto. Este hecho ha obligado a buscar una solución al abastecimiento fuera de término de Falces.

El nuevo punto de abastecimiento previsto no rebasa, en ninguno de los elementos analizados, los valores de las concentraciones máximas admisibles en el agua potable según la Reglamentación Técnico Sanitaria. El contenido en nitratos y la dureza son algo elevado aunque están dentro de los valores normales en todo el acuífero aluvial del Ebro. La planta potabilizadora existente se considera suficiente para tratamiento de estas aguas.

El análisis bacteriológico realizado en la red de distribución indica que el agua es potable después de su tratamiento (anexo 4).

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOGRAFIAS



FOTO 1: Captación de aguas subterráneas.



FOTO 2: Planta potabilizadora.



FOTO 3: Depósitos de decantación de la planta potabilizadora.

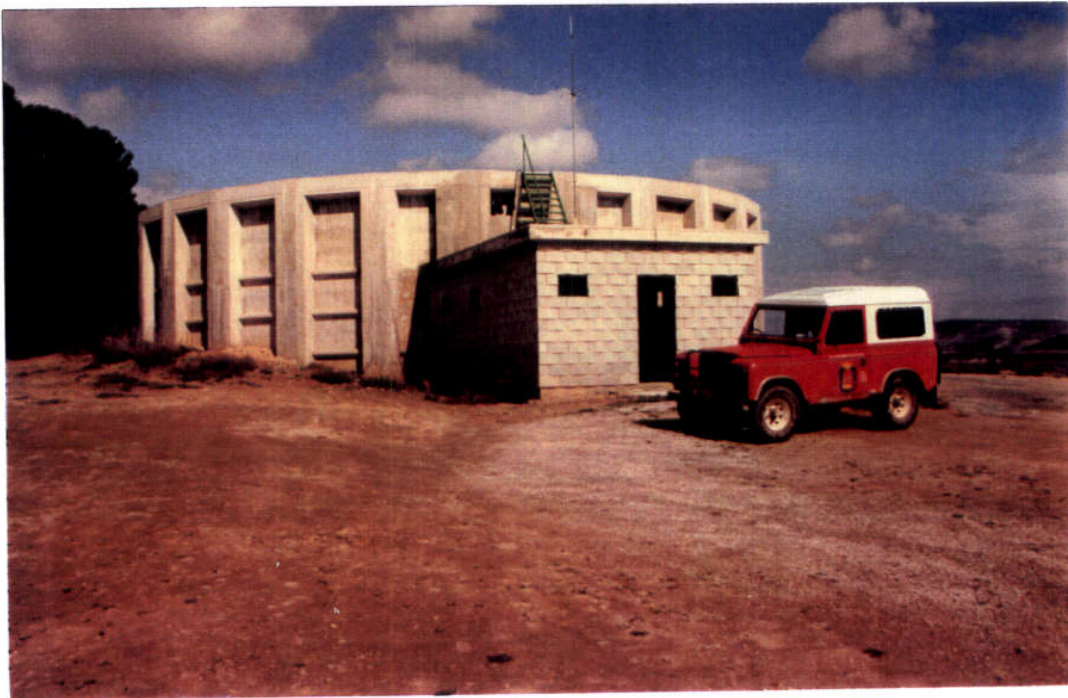


FOTO 4: Depósito regulador.

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

**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: 192/91

Realizado el análisis microbiológico con referencia 192/91, solicitado por el Instituto Tecnológico Minero, de la red de distribución de Falces, 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
DE AGUAS**

 INSTITUTO DE SALUD PUBLICA DE NAVARRA
 Laboratorio: Tudela y Comarca

ANALISIS ABREVIADO

Solicitado por El Instituto Tecnológico Minero.

Dirección Teléfono

Origen y naturaleza de la muestra Pozo. Red de distribución. FALCES.

Datos sobre el lugar de la toma Bar de la Plaza del Ayuntamiento.

Recogida por La Compañía General de Sondeos. S/Ref. n.º

Fecha y hora de recogida 27 / Mayo / 1.991 hr. 18,40

Fecha y hora de recepción en el Laboratorio 28 / Mayo / 1.991 hr. 10,45

Observaciones. Solicitud de Análisis Microbiológico.

RESULTADOS FISICO - QUIMICOS

Color U. (Pt-Co) Sabor Olor

Temp (in situ) °C Turbidez U. (SiO₂) Conductividad mmhos

pH Dureza °F Residuo seco mg/l

Alcalinidad total (CO₂,Ca) mg/l

Materia orgánica (O₂ absorbido del MnO₄K) mg/l

Amoniaco (NH₄⁺) mg/l Calcio (Ca⁺⁺) mg/l

Nitritos (NO₂⁻) mg/l Magnesio (Mg⁺⁺) mg/l

Nitratos (NO₃⁻) mg/l Cloruros (Cl⁻) mg/l

Fluoruros (F⁻) mg/l Sulfatos (SO₄⁼) mg/l

Fosfatos (PO₄⁻) mg/l Hierro (Fe⁺⁺) mg/l

..... Manganeseo (Mn⁺⁺) mg/l

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Cloro libre (in situ) 0,9 ppm

Bacterias aerobias mesófilas 1 /ml Estreptococos fecales Negativo / 100 ml

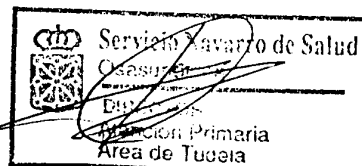
Bacterias coliformes (NMP) Negativo / 100 ml Clostridios sulfito-reductores Negativo / 20 ml

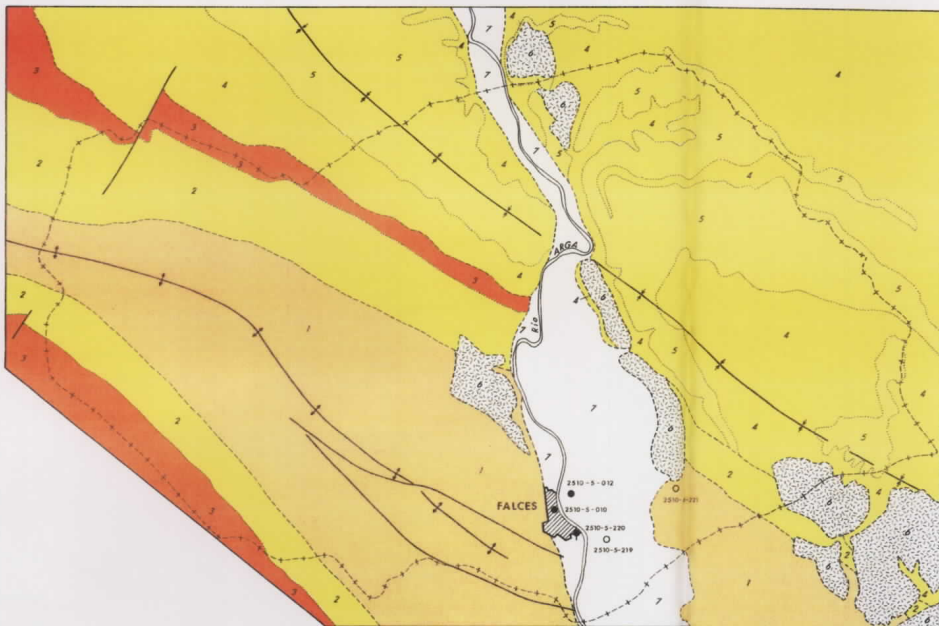
Escherichia coli (NMP) Negativo / 100 ml

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

Tudela a 10 de Junio de 1991

EL JEFE DEL LABORATORIO.





LEYENDA

Terciario	HOLOCENO	7	7- Llanura aluvial
	PLEISTOCENO	6	6- Terrazas colgadas
Cuaternario	MIOCENO	5, 4	5- Calizas y margas
		4	4- Margas con capas de calizas
		3	3- Margas y yesos
Oligoceno		2	2- Arcillas y niveles de areniscas
		1	1- Yesos masivos y laminados

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- - - - Contacto discordante
- - - - Límite del municipio
- ⊕ Anticlinal
- ⊖ Sinclinal
- Fallo
- ⊕ Sondeo
- Pozo
- Pozo con análisis químicos

Instituto Tecnológico
Geológico 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 NAVARRA			CLAVE
MAPA GEOLÓGICO Y DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE FALCES			PLANO N° 1
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR
	Diciembre 1991		C. G. S.
			ESCALA
			1/50.000
			CONSULTOR
			C. G. S.