

Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

PROBLEMATICA DE CALIDAD Y  
CONTAMINACION DEL ABASTECIMIENTO  
AL MUNICIPIO DE CASCANTE.  
CARACTERIZACION HIDROGEOLOGICA DE  
LOS ACUIFEROS EXISTENTES EN EL MISMO



<b>SUPER PROYECTO</b> Nº 9006	<b>AGUAS SUBTERRANEAS Y GE- OTECNIA</b>
<b>PROYECTO AGREGADO</b>	335
<b>TITULO PROYECTO:</b>  Proyecto para la realización de estudios de asesoramiento en materia de aguas subter- raneas 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 contaminacion de los abastecimientos a poblaciones situadas en el aluvial del Ebro y afluentes"  CASCANTE	
<b>CUENCA (S) HIDROGRAFICA (S)</b>	EBRO
<b>COMUNIDAD (S) AUTONOMAS</b>	NAVARRA
<b>PROVINCIAS</b>	

## **INDICE**

---

# INDICE

	Pág.
1. <b>INTRODUCCION</b> .....	7
2. <b>EQUIPO TECNICO Y TRABAJOS REALIZADOS</b> .....	9
3. <b>GEOLOGIA</b> .....	12
3.1. <b>ESTRATIGRAFIA</b> .....	12
3.1.1. <b>Terciario</b> .....	12
3.1.2. <b>Cuaternario</b> .....	14
3.2. <b>TECTONICA</b> .....	15
4. <b>HIDROGEOLOGIA</b> .....	17
4.1. <b>DEFINICION DE ACUIFEROS</b> .....	17
4.1.1. <b>Características litológicas y geométricas de los acuíferos</b> ..	18
4.1.2. <b>Piezometría</b> .....	19
4.1.3. <b>Funcionamiento hidrogeológico</b> .....	19
5. <b>SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO</b> .....	22
5.1. <b>CAPTACIONES EXISTENTES</b> .....	22
5.2. <b>INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO</b> .....	23
5.2.1. <b>Depósito regulador</b> .....	23
5.2.2. <b>Características de la distribución</b> .....	24
5.2.3. <b>Tratamiento de las aguas y control sanitario</b> .....	24
6. <b>ANALISIS DE LA DEMANDA DE AGUA</b> .....	27
6.1. <b>DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO</b> .....	27
6.2. <b>DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA</b> .....	28
7. <b>ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DE AGUA (AÑO HORIZONTE</b> <b>2.015)</b> .....	31

7.1.	EVOLUCION DE LA POBLACION . . . . .	31
7.2.	CONSUMO FUTURO . . . . .	31
<b>8.</b>	<b>CARACTERIZACION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRI- COS . . . . .</b>	<b>34</b>
8.1.	INFORMACION RECOPIADA . . . . .	34
8.2.	CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES . . . . .	35
8.2.1.	Facies químicas . . . . .	36
8.2.2.	Evolución temporal de la calidad . . . . .	37
8.2.3.	Diferencias geográficas de calidad . . . . .	37
8.3.	CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO . . . . .	40
<b>9.</b>	<b>ANALISIS DE LA SITUACION. CONCLUSIONES Y RECOMENDA- CIONES . . . . .</b>	<b>43</b>
9.1.	CANTIDAD . . . . .	43
9.2.	CALIDAD . . . . .	44

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

- 1. FOTOGRAFIAS**
- 2. ANALISIS QUIMICOS UTILIZADOS DURANTE EL ESTUDIO**
- 3. BOLETIN DEL ANALISIS FISICO-QUIMICOS 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 Cascante, 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 del agua que se ha utilizado ha sido aportada por D. Esteban Facigeólogo, 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.
  - . 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 Cascante 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 arcillas con niveles areniscosos y conglomeráticos. Estos materiales se depositaron durante el Mioceno.

Los depósitos cuaternarios se disponen en un sistema de terrazas asociadas a los ríos Ebro y Queiles. Se puede observar también glaciares relacionados con algunos de los niveles de terraza. En ambos casos 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 cuatro unidades terciarias de las cuales la unidad 2 ocupa un 50% de la superficie del municipio.

##### ***Unidad 1***

Está formada por arcillas calcáreas rojas, con esporádicas intercalaciones de areniscas y de limos y con algún nivel de yeso terroso.

Las areniscas son de grano medio a fino, están poco cementadas y contienen abundante yeso, tanto en forma de fracción detrítica como de cemento. Se disponen en capas de 5 a 50 cm. de espesor.

Los espesores máximos medidos para esta unidad son de 80 a 90m.

### *Unidad 2*

Constituida por conglomerados, areniscas, arcillas, limos y alguna capa delgada de yeso.

Los conglomerados están constituidos por cantos bastante homométricos y representan depósitos de canal de tipo anastomosado que también contienen areniscas groseras.

Las areniscas constan fundamentalmente de granos de cuarzo y de fragmentos de calizas englobadas en una matriz calcárea que incluye abundante yeso.

Las arcillas y limos contienen bastante yeso disperso y yeso fibroso rellenando grietas.

Esta unidad se ha denominado como Formación Cascante.

Los espesores máximos medios son de 200 m.

### *Unidad 3*

Está constituida básicamente por arcillas y limos con niveles conglomeráticos, areniscosos y calizos subordinados.

Los niveles conglomeráticos presentan espesores máximos de 2m.; los areniscosos oscilan entre 5 y 50cm. y los calcáreos entre 0.2 y 1m.

#### *Unidad 4*

Formada por una alternancia de conglomerados, areniscas, arcillas y limos. En ocasiones hay un predominio absoluto de los conglomerados, que se disponen en bancos lenticulares con espesores que varían desde 0,5m. a varios metros. Presentan también lentejones de arenisca.

La fracción detrítica de los conglomerados es fundamentalmente caliza aunque también hay cantos de arenisca y de cuarcita. Son muy homométricos encontrándose tamaños que oscilan entre 3 y 50 cm.

#### **3.1.2.- CUATERNARIO**

Los depósitos cuaternarios son fundamentalmente las terrazas de los ríos Ebro y Queiles, formadas por una acumulación de cantos alóctonos de procedencia longitudinal. Destacan también una serie de glacis que van asociados a la terrazas formando un mismo conjunto morfológico.

Los depósitos de relleno de valle o fondo aluvial, originados por los arroyos que drenan los valles, guardan una estrecha relación con las terrazas de inundación y las terrazas bajas de los ríos Queiles y Ebro, por lo que se cartografiaban conjuntamente en los informes consultados.

### *Unidad 5*

Corresponde al conjunto de glacis mencionados anteriormente. Se asientan sobre las facies detríticas terciarias. Su desarrollo está favorecido por las buenas condiciones de los materiales subyacentes a ser erosionados.

Están constituidos por cantos, muy heterométricos más o menos rodados, envueltos en cemento poco coherente de arcillas y limos calcáreos.

### *Unidad 6*

Representa fundamentalmente la terraza de inundación actual del Queiles junto con alguna terraza superior y glacis que no se ha podido diferenciar.

Está formada por gravas y arenas en la mitad inferior y arenas, arcillas y limos en la mitad superior.

## 3.2.- TECTONICA

En esta zona el Terciario Continental se presenta formando una serie monoclinal con buzamientos muy suaves de 2 a 3 grados hacia el Sur.

Los pliegues visibles en muchos sectores de la Depresión del Ebro, originados por la migración de sales que producen trastornos en la sedimentación miocena, tienen muy poca intensidad en esta zona. La falta de materiales evaporíticas oligocenas y la gran masa de sedimentos miocenos acumulados, hacen que los efectos de esta migración de sales queden muy amortiguados.

## **4.- HIDROGEOLOGIA**

---

## 4.- **HIDROGEOLOGIA**

---

La mayor parte del municipio de Cascante 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.

La definición de los acuíferos existentes y su geometría y funcionamiento hidrogeológico se ha realizado básicamente a partir del mencionado estudio así como de estudios realizados en otros sectores fuera del municipio, con los mismos acuíferos y cuyas características hidrogeológicas son similares.

Se dispone únicamente información del pozo 2513-3-001 que abastece parcialmente a Cascante. Del punto 2512-7-009 sólo se conocen los análisis químicos realizados de forma periódica entre 1.975 y 1.988.

Estos puntos se representan en plano nº 1 junto con los códigos citados que corresponden al número con el que figuran en los archivos del Gobierno de Navarra.

### 4.1.- **DEFINICION DE ACUIFEROS**

Los materiales de permeabilidad alta aflorantes en el municipio corresponden a los depósitos cuaternarios (unidades 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 Cascante.

Las unidades geológicas cuaternarias mencionadas se pueden definir también como acuíferos distintos.

#### **4.1.1.- CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS Y GEOMÉTRICAS DE LOS ACUIFEROS**

##### *Unidad 6*

Corresponde a la terraza actual o llanura de inundación del Queiles junto con alguna terraza superior y glacis que no se ha podido diferenciar.

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.

Aunque no se dispone de información suficiente (sondeos, campañas de geofísica, etc.); se estima que los espesores no superan normalmente los 15-20m.

El acuífero está limitado normalmente por los materiales impermeables terciarios.

##### *Unidad 5*

Corresponde a depósitos con morfología de glacis.

Está constituido por cantos más o menos rodados envueltos en un cemento poco compacto de arcillas y limos calcáreos.

Aunque su desarrollo en superficie es grande, no cabe esperar que tenga espesores importantes (superiores a 10m.).

El acuífero está limitado generalmente por los materiales impermeables terciarios. Únicamente al Norte de Cascante están en contacto con la unidad 6.

#### **4.1.2.- PIEZOMETRIA**

No se conocen datos de piezometría, pero la presencia del Río Queiles implica niveles piezométricos cercanos a la superficie en la terraza de inundación del mismo, con oscilaciones estacionales pequeñas (no superiores a 2-3m.) que estarán influidas fundamentalmente por el nivel de agua en el río.

En zonas sometidas a riegos intensivos se pueden originar afecciones en los niveles debido a los excedentes de riego.

#### **4.1.3.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO**

La unidad 6 constituye un acuífero libre formado por materiales no consolidados y permeables por porosidad.

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

- Precipitación directa sobre el mismo.
- Infiltración de la escorrentía superficial de los materiales impermeables terciarios vertientes a la unidad.
- Infiltración procedente de los excedentes de riego.
- Infiltración en las márgenes del río por crecidas y desbordamientos.

El río Queiles 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 subte-

rránea se realiza, por lo tanto, preferentemente según líneas convergentes al cauce en el sentido de circulación del río.

Dada la alta permeabilidad de los materiales, la conexión hidráulica con el cauce debe producirse de forma eficaz por lo que posibles captaciones realizadas próximas al río pueden proporcionar caudales elevados con depresiones reducidas.

La unidad 5 constituye igualmente un acuífero libre, permeable por porosidad, pero sin conexión hidráulica con los cauces. Los pequeños espesores de este acuífero limita mucho la extracción de recursos hidráulicos del mismo, capaz tan sólo de satisfacer demandas pequeñas y muy puntuales.

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

---

## 5.- SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO URBANO

---

En la figura nº 1 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

Cascante se abastece actualmente de un pozo diferenciado con el código 2513-3--001 en el inventario de puntos de agua (plano nº 1), de un manantial surgente en la Sierra del Moncayo y de aguas del Canal de Lodosa. Las principales características de estas captaciones son las siguientes:

#### *Pozo Remuñal*

- Año de construcción: 1.970
- Profundidad del pozo: 8m.
- Diámetro: 2.500mm.
- Revestimiento: anillos de hormigón
- Protecciones: caseta de ladrillo con puerta metálica.
- Profundidad del nivel de agua (26/03/91): 3m.
- Cota: 370 m.
- Distancia al depósito regulador: 1.100m.
- Equipamiento: dos bombas de 20 CV y otra de 40 CV; esta última normalmente no se utiliza. La capacidad de extracción es de 16 l/seg.
- Observaciones: en verano el nivel desciende normalmente hasta los 6 m. de profundidad.

### ***Manantial Los Fayos***

Surgente en la Sierra del Moncayo. La toma se realizó en 1.930 aproximadamente. La concesión actual es de 3 l/seg.

### ***Canal de Lodosa***

La toma de agua se ha realizado en Febrero de 1.991. Esta toma abastece a una mancomunidad formada por las poblaciones de Fitero, Cintrúeño y Cascante.

La derivación del canal se lleva hasta un embalse a partir del cual, después del tratamiento del agua, se distribuye a las citadas poblaciones.

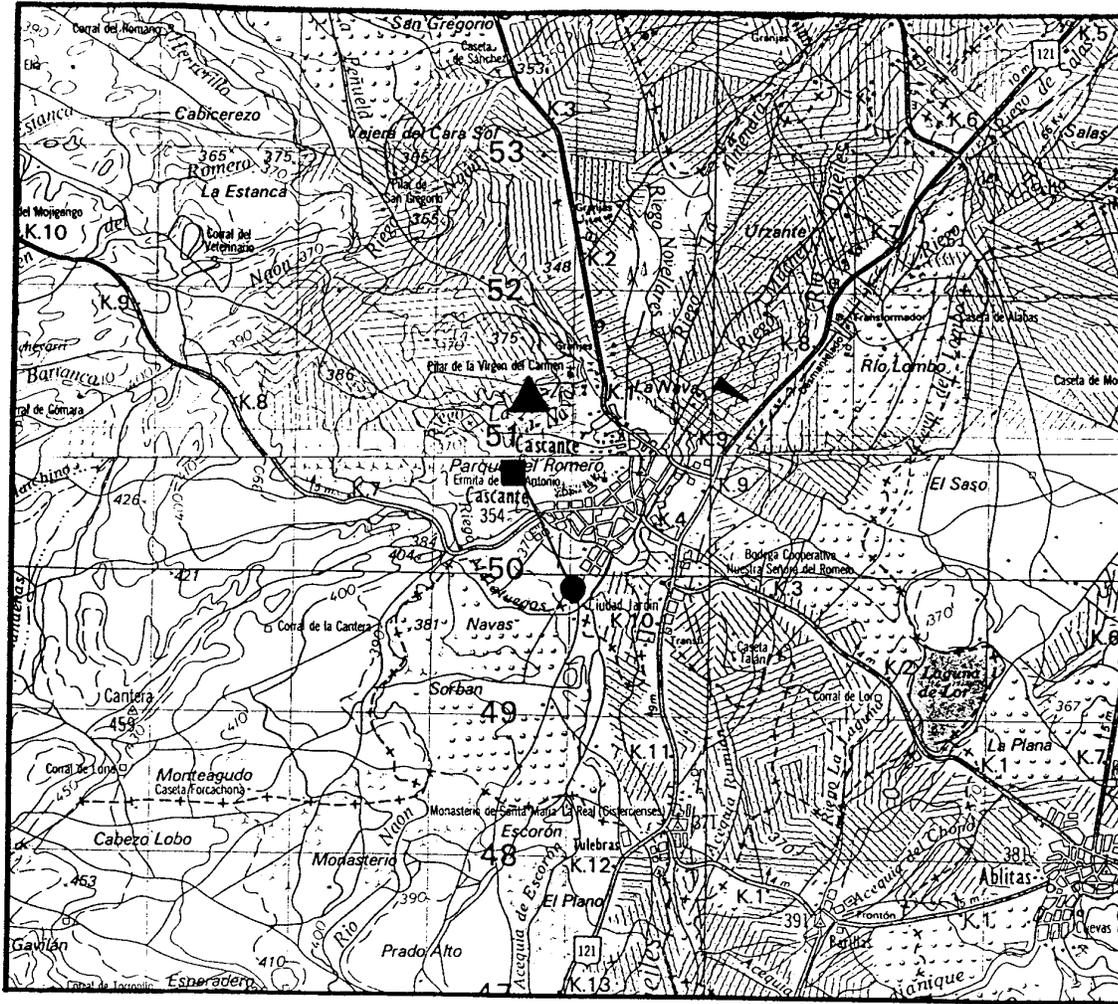
La concesión administrativa para Cascante es de 21 l/seg.

## **5.2.- INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO**

### **5.2.1.- DEPOSITO REGULADOR**

- Cota: 392 m.
- Tipo: rectangular semienterrado. Está dividido en dos compartimentos.
- Capacidad total: 1.400 m<sup>3</sup>. Un compartimento es de 400 m<sup>3</sup> y el otro de 1.000 m<sup>3</sup>.
- Estado general: bueno, sin fugas.
- Observaciones: al compartimento de 400 m<sup>3</sup> llega el agua del manantial Las Fayos y al otro llega el agua de las otras dos tomas.

Sería conveniente la instalación de un contador en la salida para cuantificar pérdidas en la red.



ESCALA: 1/50.000

LEYENDA

- Pozo de abastecimiento
- Depósito regulador
- Salida general de la red de saneamiento
- ▲ Vertedero de residuos sólidos urbanos

FIGURA 1: Situación del pozo de abastecimiento, depósito regulador, salida general de la red de saneamiento y vertedero de residuos sólidos urbanos.

### **5.2.2.- CARACTERISTICAS DE LA DISTRIBUCION**

Las conducciones entre el depósito y las tomas en el pantano de la mancomunidad el pozo Remuñal se encuentran en buen estado y prácticamente no se detectan averías. La conducción entre el manantial el Fayo y los depósitos se encuentra en mal estado debido a su antigüedad y son frecuentes las fugas.

La red de distribución se comenzó a construir en 1.938 y se ha ido ampliando, y renovando totalmente hasta la actualidad. La longitud total en la actualidad es de 10.406 m.

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

El agua de la mancomunidad se trata en una estación potabilizadora en la que se la somete a procesos de filtración con carbón activo, coagulación, floculación y desinfección.

En los depósitos se trata el agua de las tres captaciones mediante cloro-gas.

Muchas instalaciones de hostelería han puesto en funcionamiento descalcificadoras propias.

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 Cascante forma parte de la red de calidad de aguas subterráneas de Navarra establecida por el Servicio Geológico 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. Estos datos diferencian el consumo doméstico del industrial en uno de los trimestres pero no se los incluyen. Los consumos originados por las instalaciones y servicios municipales (oficinas, escuelas, parques, limpieza de calles, etc.).

Debido a que al menos en el momento de la toma de datos no existía 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 posibles fugas en la red.

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

La población de hecho de Cascante es de 3.598 habitantes según el padrón municipal del 1 de Enero de 1.991. Los aumentos de población de forma estacional son cercanos a los 1.000 habitantes durante los meses de verano.

Los consumos durante el año 1.990, registrados trimestralmente, son los siguientes:

- Enero-Marzo: 45.135 m<sup>3</sup>

- Marzo-Junio:	55.412 m <sup>3</sup>
- Julio-Septiembre:	74.358 m <sup>3</sup>
- Octubre-Diciembre:	56.605 m <sup>3</sup>
- Consumo total anual:	231.510 m <sup>3</sup>

Según datos del ayuntamiento el consumo industrial durante el cuarto trimestre fue de 15.602 m<sup>3</sup>. Este valor es similar durante el resto del año por lo que podemos suponer unos valores totales aproximados de 62.400 m<sup>3</sup> para el consumo industrial y 169.100 m<sup>3</sup> para el doméstico.

A partir de las cifras expuestas se deduce un valor medio de 176 l/hab./día, con mínimos de 139 l/hab./día y máximos de 225 l/hab./día.

## 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 8.545 m<sup>3</sup>/Ha./año.

La extensión total del municipio es de 6.340 Ha. Según los datos correspondientes a 1.984, 2.203 Ha. se dedican a cultivos de regadío.

Aplicando la dotación media antes mencionada, resulta una demanda de 18,8 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.

**7.- ESTUDIOS 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
1.940	3.696	--
1.950	3.747	0,137%
1.960	3.538	-0,572%
1.970	3.423	-0,330%
1.980	3.293	-0,386%
1.990	3.598	0,888%

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 4.615 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 552.510 m<sup>3</sup>/año (17,5 l/seg.). El caudal medio máximo, épocas de verano, será de 20 l/seg.

En estas dotaciones 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 tomaron muestras de agua de todos los puntos destinados al abastecimiento de la población: Aguas del Moncayo, captación y canal de Lodosa.
- De las bases de información facilitadas por el Gobierno de Navarra, en las que se incluyen los datos de la red de control periódico, que en este municipio consta del punto de abastecimiento 2513-3-001, y del pozo 2512-7-009.

En la tabla nº 1 se resumen los puntos de agua con información hidroquímica disponibles en este estudio para el término municipal de Cascante, 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 escaso en cuanto a número de puntos, aunque las series temporales de los puntos de la red de control dan una información valiosa sobre la evolución de la calidad de las aguas subterráneas.

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 o nula. En el anexo 2 se han incluido los listados de los análisis utilizados.

PUNTO N°	N° ANALISIS	FECHAS
2512-7-009	52	9/75-3/88
2513-3-001	51	9/75-12/89, 3/91

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

## 8.2.- CARACTERISTICAS QUIMICAS GENERALES

Las aguas subterráneas en este término municipal están fuertemente mineralizadas, con un valor medio en torno a los 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para el punto 2512-7-009 y 2000 para el 2513-3-001; presentan por tanto un carácter prácticamente salobre. La mineralización depende fundamentalmente de las cantidades de sulfatos y calcio en disolución, ya que el resto de iones se encuentran en cantidades similares para ambos puntos.

Según la legislación vigente en cuanto a potabilidad de las aguas (Reglamentación Técnico-Sanitaria del 20 de septiembre de 1990), se sobrepasan sistemáticamente las concentraciones máximas admisibles en sulfatos, 250 mg/l, y en magnesio. Aunque esto no produce toxicidad en las aguas, las características organolépticas asociadas a este grupo no son las más adecuadas para su consumo.

Con respecto a problemas de contaminación, tanto de metales pesados como de especies nitrogenadas, en ambos puntos se han detectado algunos valores que sobrepasan los máximos admisibles de amonio y nitratos (sobre todo de estos últimos). El causante principal de la contaminación por nitratos es la actividad agrícola, debido a un exceso en la utilización de especies nitrogenadas en el abono de los campos.

Se han detectado problemas en cuanto a la concentración de hierro y manganeso para el punto 2513-3-001, lo que puede ocasionar problemas en cuanto a la coloración de las aguas y a la formación de depósitos negruzcos así como manchas en la ropa que se lava con estas aguas al pasar a un medio oxidante. Este problema es relativamente frecuente en esta zona del acuífero aluvial del Ebro y afluentes, y sus orígenes aún no se conocen con claridad.

Se trata de aguas extremadamente duras, con valores medios entre 108 y 187 °F. Esto puede ocasionar graves problemas en cuanto a incrustaciones en las redes de distribución de estas aguas, además de otros inconvenientes de tipo doméstico al aumentar considerablemente el gasto de jabón y retrasar el tiempo de cocción de los alimentos.

#### **8.2.1.- FACIES QUIMICAS**

El tipo aniónico más frecuente en las aguas analizadas es el sulfatado. Los sulfatos suponen más del 60 % de los aniones, mientras que cloruros y bicarbonatos se encuentran en una proporción similar, aumentando la relación del primero respecto al segundo según se incrementa la mineralización global.

Respecto a los cationes, el tipo de agua cálcico es el predominante; el catión que le sigue en importancia es el sodio.

La composición iónica del agua en el acuífero está determinada por las condiciones litológicas del medio en la zona. El predominio de los sulfatos y el calcio en disolución corresponderá seguramente con abundancia de yesos procedentes del terciario adyacente en la matriz arcillosa del acuífero aluvial.

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

En los gráficos de las figuras 2 y 3 se han representado los datos de los puntos 2512-7-009 y 2513-3-001. El primero de ellos corresponde a un pozo situado en la parte N del núcleo urbano de Cascante y el segundo es una captación que suele servir de apoyo al abastecimiento en épocas de gran demanda cuando no es suficiente la concesión de Aguas del Moncayo y del canal de Lodosa.

Ambas series se prolongan por un espacio de tiempo suficiente para poder establecer unos rasgos generales de la variación de la calidad química del acuífero.

Ni la concentración particular de cada ión ni la mineralización global han variado de forma ostensible a lo largo del tiempo. Sin considerar las oscilaciones de corto período que se observan, el acuífero parece comportarse de manera estable, sin tendencia a la salinización.

La interpretación detallada de todas las variaciones que aparecen en los gráficos 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.).

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

La escala de término municipal es demasiado pequeña para establecer variaciones importantes de calidad en el acuífero. Además los puntos de los que se disponen datos de análisis se encuentran en un mismo entorno geológico, dentro de las terrazas del acuífero cuaternario asociado al río Queiles y sus características no se pueden hacer extensibles a todo el término.

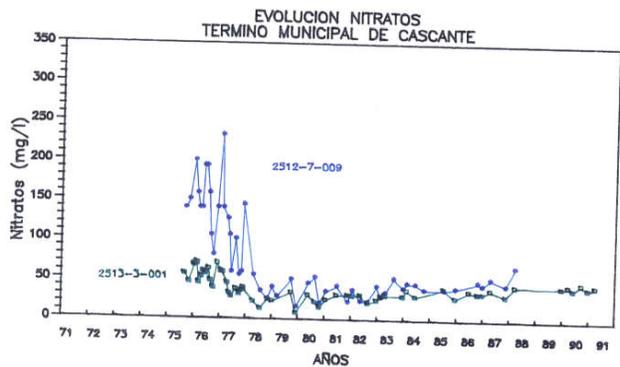
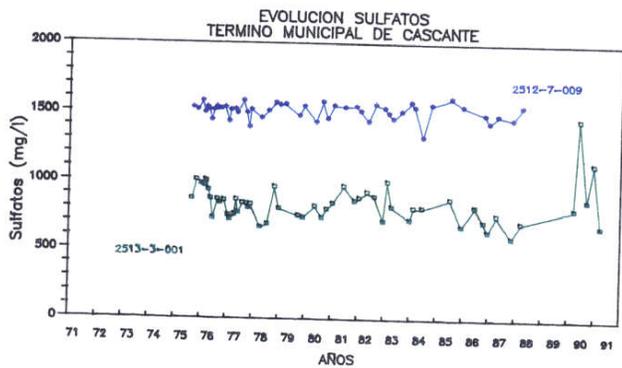
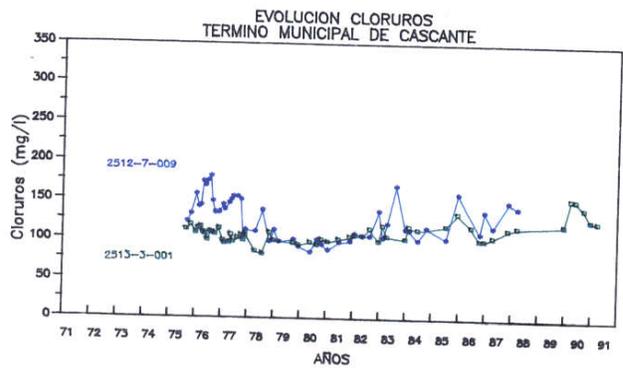
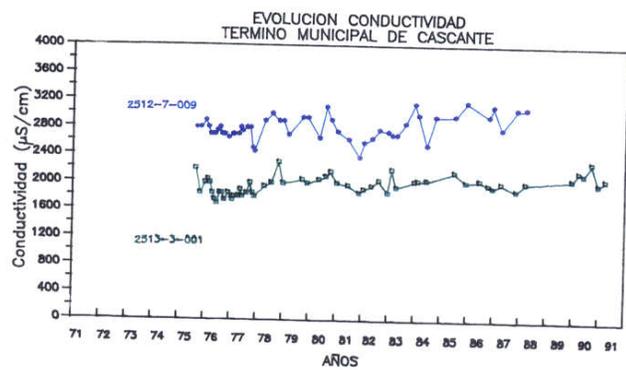


FIGURA 2: Evolución temporal de la conductividad y aniones controlados periódicamente.

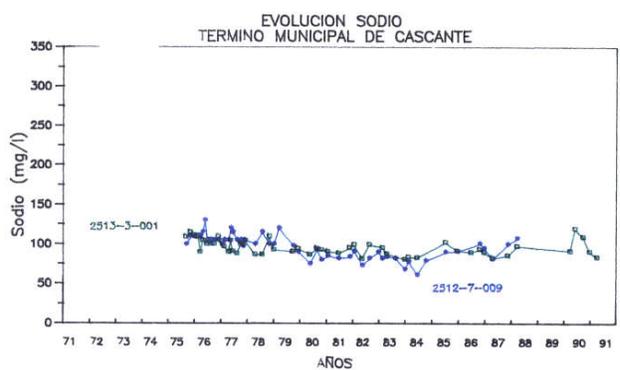
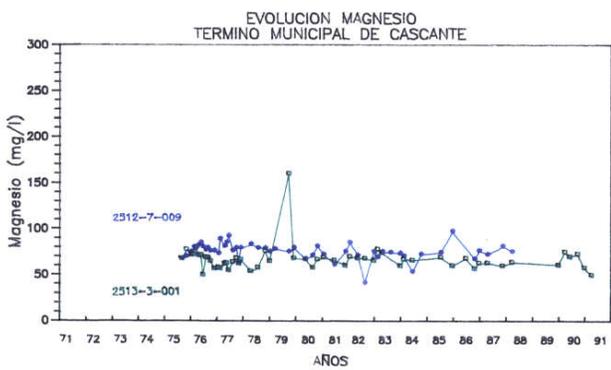
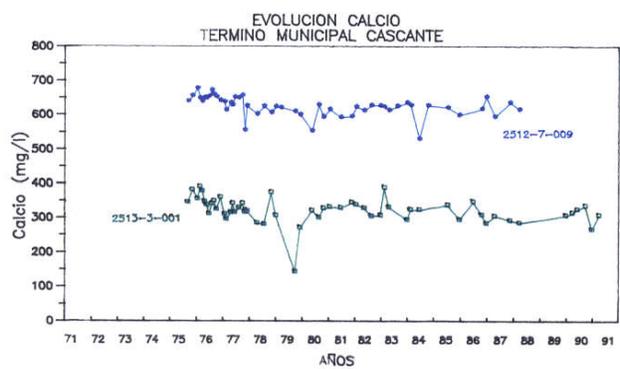
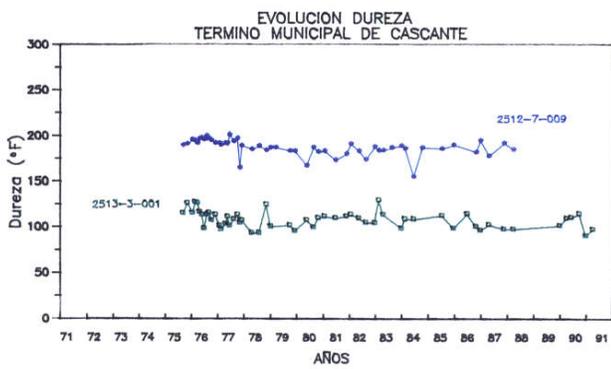


FIGURA 3: Evolución temporal de la dureza y cationes controlados periódicamente.

La naturaleza de las aguas de este acuífero es sulfatada cálcica, con mayor o menor mineralización, pero siempre elevada. Como se ha comentado este carácter vendrá determinado por la litología de los depósitos, que en gran parte parecen estar compuestos por materiales provenientes de las formaciones terciarias que los circundan: yesos y arcillas. Las diferentes proporciones en que se encuentren los materiales solubles en la matriz determinarán la variación en la mineralización.

### 8.3.- CALIDAD QUIMICA DEL ABASTECIMIENTO URBANO

En la tabla 2 se comparan los análisis del agua del embalse desde donde se distribuyen las aguas del Moncayo, de las aguas que llegan al municipio procedentes de allí antes de ser tratadas en los depósitos, de la toma en el canal de Lodosa, del pozo que sirve de apoyo al abastecimiento.

El agua es sometida a un proceso de cloración en el embalse; también las aguas del canal pasan por una estación potabilizadora antes de llegar a los depósitos donde junto con las aguas procedentes del pozo que se usa de apoyo en épocas de gran demanda y las del Moncayo, pasan por un nuevo proceso de cloración antes de ser distribuidas.

El proceso de cloración, además de los efectos de desinfección puede alterar las características físico-químicas del agua. La acción del  $\text{Cl}_2$  debe provocar la oxidación de todas las especies reducidas, incluyendo la materia orgánica.

Muestras	EMBALSE MANCOMUNIDAD DEL MONCAYO	AGUAS DEL MONCAYO (CASCANTE)	CANAL DE LODOSA (CASCANTE)	2513-3-001
Fecha	24/04/91	26/03/91	26/03/91	26/03/91
Cond ( $\mu$ S/cm)	448	372	708	2080
pH	7.97	7.92	7.96	7.1
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/l)	90	51	98	682
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	7	7	72	126
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	150	135	157	299
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	5	10	4	45
Na <sup>+</sup> (mg/l)	5	4	52	84
K <sup>+</sup> (mg/l)	0.9	0.8	2.9	5
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	72	60	72	310
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	10	6	10	50
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0	0.16	0.11	0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	1.26	0.05	0.05	0.03

Tabla n°2.- Parámetros químicos determinados en el embalse de distribución de Aguas del Moncayo, en la toma que esta Mancomunidad tiene para Cascante, en la toma del canal de Lodosa antes de la potabilizadora, en el pozo de apoyo.

**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 el caudal máximo de explotación del pozo de abastecimiento pero hasta 1.990 aportaba 16 l/seg. El caudal de las otras dos captaciones es de 3 y 2 l/seg. El caudal total disponible es de al menos 40 l/seg.
- La demanda de agua actual es de 7,5 l/seg.
- La demanda total calculada para el año horizonte considerado (2.015) es de 17,5 l/seg.
- El caudal disponible es muy superior al necesitado actualmente y a la demanda calculada para el año 2.015.

La presencia del acuífero aluvial descrito en el informe implica la existencia de recursos hídricos subterráneos suficientes en el municipio que garantizan su abastecimiento en el caso de que se produjese alguna deficiencia en las captaciones actuales.

La regulación existente es suficiente para las necesidades actuales. No llega a cubrir la demanda futura, para la que sería necesario un depósito de 1.500 m<sup>3</sup> de capacidad.

La red de distribución se ha renovado en su mayoría durante los últimos años. Es conveniente completar esta renovación a corto plazo.

## 9.2.- CALIDAD

Los análisis disponibles indican que las aguas subterráneas del municipio están fuertemente mineralizadas. Según la legislación vigente (Reglamentación Técnico Sanitaria del 20 de Septiembre de 1.990) se sobrepasan sistemáticamente las concentraciones máximas admisibles en sulfatos y magnesio, estos elementos no son tóxicos pero originan sabores salados y amargos. Se han detectado también valores por encima de los máximos admisibles en amonio y nitratos así como concentraciones altas de hierro y manganeso. Son aguas extremadamente duras, con valores medios entre 108 y 187°F.

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

La mala calidad físico-química del agua extraída del pozo de abastecimiento desaconseja su utilización para consumo humano.

El agua de las restantes captaciones son de buena calidad desde los puntos de vista físico-químico y bacteriológico.

## **ANEXOS**

---

## **ANEXO 1: FOTOGRAFIAS**

---



FOTO 1: Embalse regulador de la Mancomunidad de Cascante, Cintruénigo y Fitero.



FOTO 2: Planta potabilizadora.



FOTO 3: Captación de aguas subterráneas.

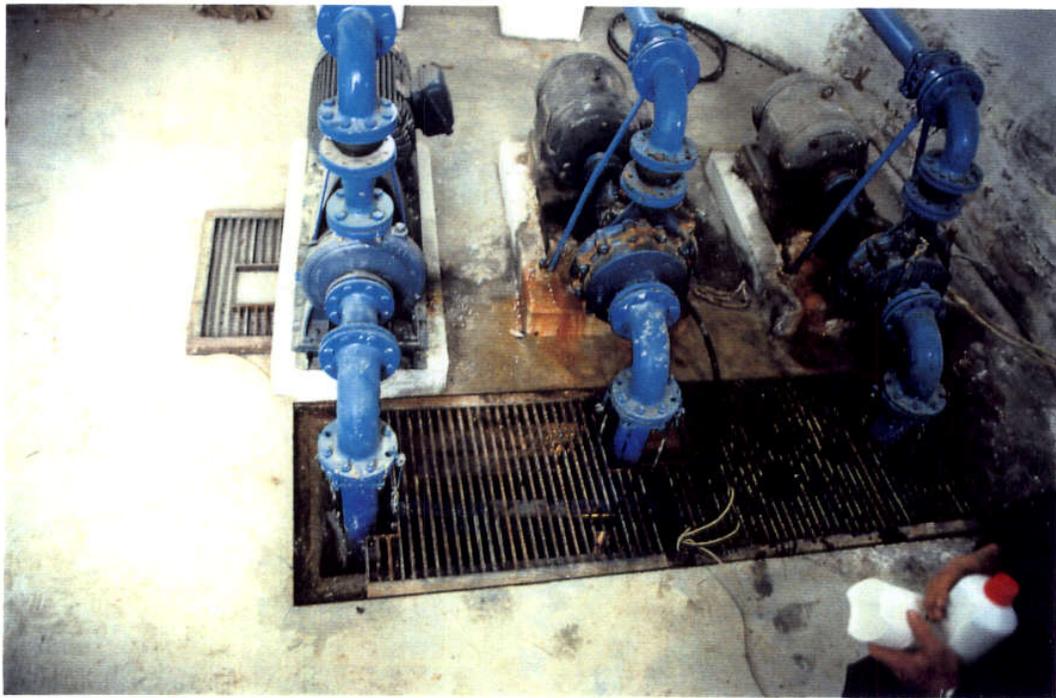


FOTO 4: interior de la captación.



FOTO 5: 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
25127009	12/02/83	7.13	2700	2586	184	103	1492	28	0.01	314		623	69	82	12	20	0.25	3								
25127009	14/04/83	7.55	2700	2573	184	121	1453	34	0.01	318		614	75	84	13	21	0.15	2								
25127009	10/08/83	7.47	2870	2719	187	169	1506	52	0.02	327		626	74	82	22	24	0.50	3								
25127009	21/12/83	7.49	3150	2427	189	114	1572	40	0.00	325		636	73	68	12	23	0.25	2								
25127009	10/02/84	7.53	2990	2661	186	113	1538	46	0.01	311		629	70	78	11	20	0.00	4								
25127009	07/06/84	7.58	2550	2282	155	100	1319	45	0.07	250		532	53	61	22	24	0.25	6								
25127009	04/10/84	7.52	2970	1674	187	116	1556	38	0.02	296		628	72	79	15	23	0.00	3								
25127009	03/07/85	7.48	2980	2698	186	102	1603	38	0.01	283		622	74	90	11	18	0.00	2								
25127009	11/12/85	7.43	3175	2728	190	159	1544	40	0.01	325		600	97	91	13	2	0.00	3								
25127009	15/10/86	7.68	2980	2621	182	109	1484	48	0.01	317		618	67	101	13	22	0.15	2								
25127009	16/12/86	7.23	3120	2630	195	137	1425	44	0.01	329		653	76	95	14	22	0.25	2								
25127009	11/04/87	7.27	2790	2462	178	117	1479	52	0.02	277		595	72	81	10	19	0.65	3								
25127009	06/11/87	7.28	3080	2650	192	149	1451	44	0.01	332		636	81	100	23	0	0.20	3								
25127009	15/03/88	7.27	3090	2730	185	142	1545	67	0.02	293		616	75	108	11	20	0.20	2								
25133001	05/09/75	7.40	2200	1740	116	113	872	57	0.02	329		349	68	110	5	0	0.05	2	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	05/11/75	7.05	1850	1912	127	119	1007	47	0.02	317		385	78	115	4	0	0.00	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	13/01/76	7.55	2000	1873	116	109	978	68	0.01	351		358	72	110	4	0	0.00	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	18/02/76	7.30	2050	1901	128	114	969	70	0.04	339		393	72	110	4	0	0.00	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	20/03/76	7.40	2000	1880	127	116	1000	45	0.02	329		381	79	90	5	0	0.15	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	23/04/76	7.40	1850	1535	117	109	934	53	0.04	332		349	71	105	4	14	0.00	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	21/05/76	8.00	1750	1720	114	107	870	60	0.01	326		339	72	105	4	2	0.90	2	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	22/06/76	7.45	1700	1527	99	99	730	57	0.01	320		313	50	100	5	14	0.50	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	28/07/76	7.55	1850	1741	114	109	87	63	0.00	323		343	69	105	5	14	0.00	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	25/08/76	7.80	1850	1727	116	109	864	48	0.02	332		351	69	100	5	15	0.50	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	01/10/76	7.50	1750	1369	108	107	840	39	0.02	326		327	65	100	5	15	0.00	2	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	24/11/76	7.40	1850	1749	114	114	858	70	0.00	342		362	57	110	5	11	0.15	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	19/01/77	7.15	1750	1577	102	98	750	60	0.00	364		312	58	100	5	12	0.00	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	09/02/77	7.55	1800	1493	98	95	722	59	0.01	323		298	57	97	5	0	0.00	2	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	14/04/77	7.35	1800	1539	104	96	754	45	0.00	326		317	62	90	5	9	0.00	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	11/05/77	7.46	1900	1695	112	106	864	32	0.00	323		344	63	105	5	15	0.00	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	08/06/77	7.34	1800	1525	102	97	767	28	0.00	329		318	55	91	4	0	0.00	3	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	05/08/77	7.23	1850	1616	109	102	840	38	0.01	296		331	64	88	5	0	0.15	2	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	24/09/77	7.33	2000	1649	114	105	835	31	0.01	326		344	68	100	5	0	0.15	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	28/10/77	7.31	1850	1588	105	99	804	36	0.02	329		318	62	100	5	0	0.00	1	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	24/11/77	7.28	1800	1643	108	107	831	39	0.00	335		322	67	105	5	0	0.30	2	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	
25133001	13/04/78	7.56	1950	1378	94	85	667	22	0.00	329		286	54	87	4	10	0.30	2	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	



**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: 218/91**

Realizado el análisis microbiológico con referencia 218/91, solicitado por el Instituto Tecnológico Minero, de la red de distribución de Cascante, 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 PÚBLICA 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. CASCANTE.  
 Datos sobre el lugar de la toma Fuente parque Romero.  
 Recogida por Atención Primaria. S/Ref.\* n.º .....  
 Fecha y hora de recogida 6 / Junio / 1.991 hr. 10,00  
 Fecha y hora de recepción en el Laboratorio 6 / Junio / 1.991 hr. 12,00  
 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

Amoníaco (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**

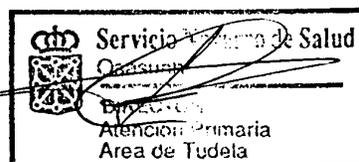
Cloro libre (in situ) 0,2 ppm

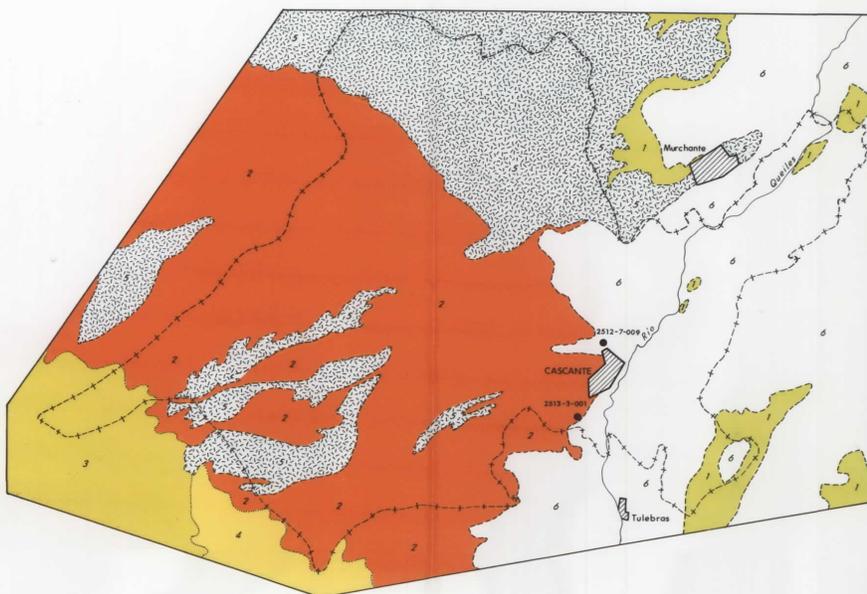
Bacterias aerobias mesófilas 1 /ml  
 Bacterias coliformes (NMP) Negativo /100 ml  
 Escherichia coli (NMP) Negativo /100 ml  
 Estreptococos fecales Negativo / 100 ml  
 Clostridios sulfito-reductores Negativo / 20 ml

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

Tudela a 10 de Junio de 1991

EL JEFE DEL LABORATORIO.





LE YENDA

TERCIARIO	CUATERNARIO	HOLOCENO	6
		PLEISTOCENO	5
		MIOCENO	1, 2, 3, 4, 7

- 6- Terraza de inundación y terraza superior del Queiles
- 5- Glacis
- 4- Arcillas y limos con calizas, areniscas y canales conglomerádicos
- 3- Conglomerados, areniscas y arcillas
- 2- Arcillas con canales conglomerádicos y areniscas
- 1- Arcillas con niveles finos de areniscas y yesos

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- Contacto discordante
- - - - - Límite del municipio
- 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 CASCANTE					PLANO N.º 1
DIBUJADO	FECHA Diciembre 91	COMPROBADO	AUTOR C. G. S.	ESCALA 1/50.000	CONSULTOR C. G. S.