



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE  
TRANSPORTES Y OBRAS PUBLICAS  
*Dirección de Aguas*

# CONSTRUCCIÓN DE LOS SONDEOS DE INVESTIGACIÓN SAKONE-1 Y 2 (MURUETA, BIZKAIA)

*Octubre 1998*



**EVE**

**CONSTRUCCIÓN DE LOS SONDEOS DE INVESTIGACIÓN**

**SAKONE-1 Y 2 (MURUETA, BIZKAIA)**

**Octubre 1998**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>2. OBJETIVOS Y EMPLAZAMIENTOS</b> .....	3
<b>3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA</b> .....	3
<b>4. MEMORIA DE LOS SONDEOS</b> .....	5
4.1. EQUIPO DE PERFORACIÓN .....	5
4.2. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS SONDEOS .....	5
4.3. COLUMNAS LITOLÓGICAS Y CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS .....	8
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	10

## 1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Convenio “Programas de Actuación en Aguas Subterráneas” suscrito entre el Departamento de Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco y el Ente Vasco de la Energía, se han realizado dos sondeos de investigación en el término municipal de Murueta (Bizkaia), denominados Sakone-1 y Sakone-2.

Estas obras se incluyen en el conjunto de actuaciones potenciales en el entorno de Urdaibai recogidas en el informe “Caracterización Hidrogeológica de los materiales de Urdaibai. Recursos”, realizado en Julio de 1997.

Una vez finalizados los trabajos de perforación se ha elaborado el presente informe, en el que se recogen los aspectos más destacables de los mismos.

## 2. OBJETIVOS Y EMPLAZAMIENTOS

Los sondeos Sakone-1 y 2 se sitúan en la Unidad Hidrogeológica Ereñozar (Subunidad Atxapunta-Peña de Atxondo).

Su objetivo es el conocimiento de las características hidrogeológicas de los materiales jurásicos que afloran en la margen izquierda de la ría de Urdaibai, en el entorno del manantial Sakone, con vistas a su posible explotación para abastecimiento del Consorcio de Aguas de Busturialdea.

Ambos sondeos se encuentran situados junto a la carretera comarcal Bi-635, entre los núcleos de Forua y Murueta.

Las coordenadas UTM y la cota aproximada de los puntos de perforación son las siguientes:

Sondeo	UTMX	UTMY	Cota (m)
Sakone-1	525 955	4 799 745	18
Sakone-2	527 705	4 800 175	35

## 3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

La Unidad Hidrogeológica Ereñozar comprende los afloramientos de materiales de permeabilidades más altas del Jurásico, Neocomiense-Barremiense y Complejo Urgoniano que se extienden desde la margen izquierda de la ría de Gernika hasta Lekeitio, en dirección Este, y hasta Markina, en dirección Sudeste.

Globalmente, es una unidad constituida por acuíferos de tipología kárstica en sentido estricto, si bien más localmente existen zonas con acuíferos kársticos de flujo difuso. Son características las grandes formas de absorción, la circulación a través de redes bien definidas y estructuradas y las surgencias sometidas a importantes variaciones de caudal.

Se estructura en varias subunidades (Plano 1) de funcionamiento hidráulico independiente, delimitadas en general por la presencia de los principales puntos de descarga o manantiales.

Los sondeos Sakone-1 y 2 se sitúan en la Subunidad Atxapunta-Peña de Atxondo. Desde un punto de vista geológico, esta subunidad se dispone en el flanco Oeste del anticlinal diapírico de Gernika, en el que afloran materiales de edad comprendida entre el Triásico y el

Cretácico inferior, solapados en ocasiones por materiales cuaternarios no consolidados.

Las litologías aflorantes en el entorno del área de estudio (Plano 1) son las siguientes, ordenadas en función de su edad:

a. Triásico. Representado mayoritariamente por masas de ofitas (1). De permeabilidad media, ocupan la mitad nororiental del sector estudiado y dan lugar a suaves morfologías disectadas por diversos arroyos de dirección Este-Oeste. En contacto mecánico con las ofitas aparecen localmente masas de arcillas y yesos (2, facies Keuper), de muy baja permeabilidad.

b. Jurásico. Ocupa una estrecha banda de dirección NW-SE, con buzamientos hacia el SW (35-65°). Está constituido por:

- Carniolas (3, de alta permeabilidad). Se trata de brechas sinsedimentarias con cantos de tamaño hasta decimétrico de composición calizo-dolomítica y localmente margosa. La disolución del cemento calcáreo y de materiales yesíferos, así como el lavado de cantos blandos confiere el aspecto carniolar a la roca.

- Calizas y dolomías (4, alta permeabilidad). Son calizas, calizas dolomíticas y dolomías micríticas, finamente estratificadas en bandeados milimétricos de origen algal. También aparecen calizas con laminación ondulada y niveles planares centimétricos, así como calizas bioclásticas y oolíticas.

- Margas (5, permeabilidad baja a media).

c. Cretácico. Por encima de los materiales jurásicos se dispone una serie cretácica, que comienza con términos margosos de permeabilidad media a baja (margas, margocalizas y calizas; margas arenosas), para dar lugar hacia techo a una secuencia carbonatada urgoniana de alta permeabilidad (calizas impuras; calizas en bancos decimétricos; calizas en bancos métricos; margocalizas).

d. Cuaternario. Solapando los materiales anteriormente descritos se disponen materiales cuaternarios: Depósitos coluviales y residuales (de permeabilidad muy variable, desde baja a alta), y fangos estuarinos asociados a la dinámica de la ría de Urdaibai (de muy baja permeabilidad).

El principal acuífero de la subunidad está constituido por un paquete de calizas urgonianas que es drenado, de Sur a Norte, por los manantiales Atxakozulo, Apraiz, Axpe y Txatxarramendi, todos ellos fuera de la zona de estudio. Estas surgencias presentan variaciones muy marcadas de caudal, lo que sugiere la existencia de redes kársticas bien desarrolladas. En todos los casos, estos sistemas kársticos reciben aportes procedentes de cuencas de pequeñas dimensiones ocupadas por materiales de escasa permeabilidad. El flujo en estos sistemas, dado el dispositivo geológico de la zona, es en gran medida subparalelo a la dirección de los estratos.

El otro acuífero de interés de esta subunidad lo constituyen los materiales jurásicos, drenados básicamente por el manantial Sakone. Se trata de una surgencia con varias salidas, no aprovechadas actualmente, que presentan un

caudal medio conjunto superior a 15 l/s. En estiaje sólo funciona la inferior, con un caudal de unos 3-4 l/s.

Su facies hidroquímica, a diferencia de las aguas del resto de manantiales de citados de la subunidad, es bicarbonatada sulfatada cálcico magnésica, de moderada mineralización (en torno a 400-500 mg/l de residuo seco).

Los materiales jurásicos constituyen un acuífero *kárstico de flujo difuso*. La buena interconexión de las zonas de alta porosidad propicia una distribución de la permeabilidad relativamente isótropa, permitiendo en estas formaciones carbonatadas un comportamiento asimilable a los acuíferos detríticos no consolidados o mixtos. Su funcionamiento es libre en las zonas de afloramientos de calizas y carniolas, pero probablemente pasa a confinado hacia el SW.

La recarga procede de la infiltración eficaz de la precipitación caída sobre los materiales jurásicos de alta permeabilidad, y de escorrentías hipodérmicas y superficiales procedentes de la ladera del Atxapunta, que se incorporan al sistema subterráneo a través de diversos sumideros (fundamentalmente de Muniene y Basabe). No se descarta cierto componente de recarga procedente del sistema urgoniano, a través de fracturas de dirección E-W

Las direcciones principales de flujo subterráneo, a la vista de la posición de los puntos de agua y de la estructura de los materiales, son convergentes hacia Sakone, actuando los materiales ofíticos como una barrera relativa al flujo subterráneo debido al elevado contraste de permeabilidades.

## 4. MEMORIA DE LOS SONDEOS

### 4.1. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La perforación de los sondeos ha sido realizada mediante el método de rotación con extracción continua de testigo, con una máquina Craelius D-900 perteneciente a la empresa Sondeos Van Herckenrode, S.L.

Los trabajos han sido realizados por un equipo compuesto por un encargado, un sondista y un peón, trabajando a un turno de 12 horas de duración, en los meses de Julio a Agosto de 1998.

### 4.2. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS SONDEOS

Se han perforado un total de 176.3 m, distribuidos en dos sondeos. Los días útiles de trabajo han sido 22, lo que arroja una velocidad de avance de 8.0 m/día. Si se consideran los días correspondientes a los traslados entre sondeos y reparaciones de averías, esta velocidad se ve reducida a 5.5 m/día.

Los sondeos han sido perforados con agua, utilizándose GS para la estabilización de algunos tramos muy fracturados.

A continuación se detalla el desarrollo de las labores de perforación en cada uno de los sondeos.

#### Sondeo Sakone-2

El desarrollo de los trabajos en el sondeo se encuentra en el cuadro adjunto.



Fotografía 1. Perforando en Sakone-2.



Fotografía 2. Emplazamiento del sondeo Sakone-2.



Fotografía 3. Extracción de agua del sondeo Sakone-2 mediante aire comprimido (17/7/98).

Con la perforación a 97 m de profundidad se procedió a la toma de una muestra de agua del sondeo mediante aire comprimido. Para ello se utilizó un compresor de 17000 l/m y 8

Kg/cm de presión, cuya impulsión fue introducida por el HQ, quedando como zona de aporte el tramo comprendido entre los 72 a 97 m de profundidad.

Durante los primeros instantes de la extracción mediante aire comprimido, se obtuvo agua muy turbia, con una conductividad de 380  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , valor similar al correspondiente al agua introducida durante las labores de perforación. Progresivamente, y en un lapso de una hora, la conductividad fue ascendiendo hasta 530  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , al mismo tiempo que aclaraba sensiblemente.

La extracción de agua se prolongó durante dos horas más, permaneciendo constante la conductividad en 530  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Al final de este periodo se tomó la muestra para su análisis. El agua extraída finalmente aún presentaba un importante tono y abundante arrastre de arena muy fina.

El caudal proporcionado por el sondeo fue muy escaso (inferior a 0.5 l/s), pero probablemente condicionado por la reducida sección disponible para la salida del agua entre la impulsión y el

<b>Sondeo Sakone-2</b>				
Fecha	Profund. (m)	∅ Perforac. (mm)	Lodo	Observaciones
1/7/98	0.0 - 4.2	116. Convencional	Agua	Instalación. Fugas totales a 5.5 m
	4.2 - 6.0	96 Wire-line. HQ	Agua	
2/7/98	6.0 - 16.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas totales
3/7/98	16.0 - 26.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas totales
4/7/98	26.0 - 36.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas totales
5/7/98	36.0 - 45.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas totales
6/7/98	45.0 - 52.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas totales
7/7/98	52.0 - 60.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas totales
8/7/98	62.0 - 68.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas totales
9/7/98	68.0 - 78.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas totales
14/7/98				Se baja NQ por el interior del HQ
15/7/98	78.0 - 87.0	76 Wire-line. NQ	Agua	Fugas totales
16/7/98	87.0 - 96.0	76 Wire-line. NQ	Agua	Fugas totales
17/7/98	96.0 - 97.0	76 Wire-line. NQ	Agua	Fugas totales
				Se saca NQ y una varilla de HQ, y se toma muestra de agua mediante aire comprimido
18/7/98	97.0 - 103.5	76 Wire-line. NQ	Agua	Fugas totales
19/7/98	103.5 - 114.0	76 Wire-line. NQ	Agua	Fugas totales
20/7/98	114.0 - 117.0	76 Wire-line. NQ	Agua	Fugas totales. Desmontaje de equipo

<b>Sondeo Sakone-1</b>				
Fecha	Profund. (m)	∅ Perforac. (mm)	Lodo	Observaciones
21/7/98				Traslado
22/7/98				Avería en eje. Se envía pieza a reparar
29/7/98				Montaje máquina
30/7/98	0.0 - 3.0	116. Convencional	Agua	
	3.0 - 6.0	96 Wire-line. HQ	Agua	
31/7/98	9.0 - 19.0	96 Wire-line. HQ	Agua	
1/8/98	19.0 - 27.0	96 Wire-line. HQ	Agua	
2/8/98	27.0 - 35.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas parciales (≈30% retorno) a los 27.5 m
3/8/98	35.0 - 44.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas parciales (≈30% retorno)
4/8/98	44.0 - 55.0	96 Wire-line. HQ	Agua	Fugas parciales (≈30% retorno)
5/8/98	55.0 - 59.5	96 Wire-line. HQ	Agua	Fin de sondeo. Desmontaje de equipo

entubado para la salida del agua. El resultado del análisis, realizado por los laboratorios de Aguas del Norte S.A., se encuentra en el Anexo 1.

Una vez finalizada la perforación, el nivel piezométrico se sitúa a una profundidad de 15.5 m.

El sondeo no fue entubado ni se realizó acabado de ningún tipo.

#### Sondeo Sakone-1

El desarrollo de los trabajos en el sondeo se encuentra en el cuadro adjunto.





Fotografía 4. Emplazamiento del sondeo Sakone-1.

Una vez finalizada la perforación, el nivel piezométrico se sitúa a una profundidad de 3.0 m.

El sondeo no fue entubado ni se realizó acabado de ningún tipo.

#### 4.3. COLUMNAS LITOLÓGICAS Y CONSIDERACIONES HIDROGEOOLÓGICAS

En el Plano 1 se encuentra una columna sintética de los materiales atravesados. Figuran, además, otros datos de interés, como el porcentaje de recuperación de testigo, el grado de fracturación y alteración, la granulometría de los depósitos y la existencia o no de karstificación.

En el Anexo 2 se presentan las fotografías de los testigos y en el Anexo 3 las columnas litológicas detalladas.

El sondeo Sakone-2 ha emboquillado en la serie calizo-dolomítica identificada con el número 4 del Plano-1 y, tras atravesar ésta y los niveles carniolares jurásicos (3), ha finalizado en las arcillas



Fotografía 5. Perforando en Sakone-1.

y yesos triásicos (2), 82 m por debajo del nivel del mar.

La columna geológica resumida es la siguiente:

Profundidad	Litología
0.0 - 0.3	Suelo
0.3 - 6.0	Arcillas marrones residuales
6.0 - 52.9	Alternancia de calizas dolomíticas laminadas, calizas bioclásticas y calizas grises
52.9 - 114.0	Brechas calizo-dolomíticas y carniolas
114.0 - 117.0	Margas y arcillas con yesos

El sondeo Sakone-1 emboquilla en las brechas calizo-dolomíticas carniolares (3). Toda la perforación se realiza en dichos materiales, salvo los metros finales, que cortan las arcillas y yesos triásicos. El sondeo finaliza a

59.3 m, unos 40 m por debajo del nivel del mar.

La columna geológica resumida es la siguiente:

Profundidad	Litología
0.0 - 0.7	Relleno artificial y suelo
0.7 - 5.7	Arcillas marrones residuales
5.7 - 52.8	Brecha calizo-dolomítica y carniolas
52.8 - 59.3	Margas y arcillas con yesos

Las columnas litológicas ponen de manifiesto que el contacto mecánico entre los materiales triásicos y jurásicos buza hacia el SW, lo que limita, lógicamente, el espesor de la formación jurásica en las proximidades de dicho contacto. Es, precisamente, esta la razón del reducido espesor de acuífero cortado en el sondeo Sakone-1.

Llama también la atención que los materiales triásicos estén representados en ambos casos por arcillas y yesos, y no por ofitas, mayoritarias en los afloramientos.

En el sondeo Sakone-2 los materiales atravesados presentan un elevado grado de fracturación y deformación desde su inicio. Este se incrementa a partir del metro 40 de profundidad, y es especialmente importante en las proximidades del contacto mecánico entre las carniolas y el triásico. Así, se encuentran a la profundidad de 101-104 y 108-110 m arcillas triásicas inyectadas entre los materiales jurásicos.

Destaca en la columna obtenida el importante volumen de huecos de las formaciones atravesadas, si bien, como se comenta posteriormente, parcial o totalmente colmatados de arcillas. Estos

huecos han sido generados por procesos de fracturación, dolomitización y karstificación. Son especialmente abundantes en las brechas calizo-dolomíticas y carniolas. Se llegan a atravesar incluso grandes cavidades (hasta 5 m de altura) como las que se suceden entre los metros 78 y 91.

De menor entidad parece ser el volumen de huecos de la formación calizo-dolomítica superior. No obstante, también se cortan pequeñas cuevas a 10, 20 y 29 m de profundidad.

A pesar del elevado volumen de huecos, estos aparecen normalmente colmatados de arcillas. La colmatación que se observa en los testigos obtenidos no suele ser total. Sin embargo, es posible que este hecho se deba a su lavado parcial durante la perforación.

Se aprecian, no obstante, otros huecos claramente exentos de arcillas, sobre todo en dolomías oquerosas. Sin embargo, parece que se trata de huecos aislados, deficientemente comunicados entre sí.

En el sondeo Sakone-1 se cortan los metros finales de la brecha calizo-dolomítica. Sus características son similares a las obtenidas en Sakone-2. Sin embargo, la colmatación arcillosa de los huecos parece ser aún más acusada. Esta observación parece estar avalada por la pérdida sólo parcial del retorno de agua.

Las posiciones del nivel piezométrico medidas en cada uno de los sondeos son congruentes con el esquema de funcionamiento supuesto y corroboran la convergencia de flujos subterráneos hacia el manantial

Sakone, si bien no se observó claramente una afección de los sondeos a la surgencia.

En lo que se refiere a las características hidroquímicas (Anexo 1), el agua del sondeo Sakone-2 es similar a la del manantial Sakone, con una facies bicarbonatada sulfatada cálcico magnésica, de moderada mineralización, incluso a la profundidad de muestreo 72-97 m (37-62 m por debajo del nivel del mar). Sus características son similares a las presentes en otros sondeos que cortan acuíferos jurásicos, tales como los sondeos Chopera-1 y 2 (Unidad Hidrogeológica Gernika). Destacan los elevados contenidos en sulfatos y magnesio, reflejo de la proximidad de materiales triásicos en facies Keuper.

## 5. CONCLUSIONES

En el marco del Convenio "Programas de Actuación en Aguas Subterráneas" suscrito entre el Departamento de Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco y el Ente Vasco de la Energía, se han realizado dos sondeos de investigación en el término municipal de Murueta, denominados Sakone-1 y 2.

Los sondeos se ubican en la Unidad Hidrogeológica Ereñozar (Subunidad Atxapunta-Peña de Atxondo) y su objetivo principal es el conocimiento del entorno hidrogeológico del manantial Sakone, con vistas al estudio de su posible regulación mediante sondeos de explotación y su incorporación a la red de abastecimiento del Consorcio de Aguas de Busturialdea.

El método empleado ha sido el de rotación con extracción continua de testigo.

El sondeo Sakone-2 ha perforado 114 m de materiales jurásicos, constituidos por un tramo superior calizodolomítico, y por un tramo inferior de brechas y carniolas. Ha finalizado en 117 m de profundidad, en las margas y yesos triásicos, a 82 m por debajo del nivel del mar.

El sondeo Sakone-1 ha perforado 53 m de los materiales jurásicos, cortando exclusivamente la serie carniolar. Ha finalizado también en las margas del Keuper, a una profundidad de 59 m, 40 m por debajo del nivel del mar.

La diferente profundidad a la que se cortado el muro de la serie jurásica en los sondeos es consecuencia de su distancia al contacto mecánico que limita los afloramientos jurásicos y triásicos.

Los testigos obtenidos muestran un importante grado de fracturación y karstificación a lo largo de toda la columna jurásica, especialmente en la serie carniolar, con un volumen de huecos en principio importante. Así, se cortan cavidades de hasta 5 m de altura en el sondeo Sakone-2. No obstante, este volumen de huecos aparece, en mayor o menor medida, colmatado por arcillas, especialmente en el sondeo Sakone-1.

La estructura geológica permite cortar una interesante serie acuífera de un espesor superior a 100 m en el entorno del manantial Sakone, si bien existen varios factores que inciden de forma negativa, tanto en la posibilidad de

obtención de caudales importantes a partir de sondeos de explotación, como en la posible calidad del agua bombeada:

- El alto grado de colmatación de arcillas que parece existir por debajo del nivel piezométrico limita sensiblemente la transmisividad de la formación acuífera. Por otro lado, el cercano contacto entre esta formación y los materiales triásicos debe actuar como barrera negativa en caso de bombeo. Además, hay que tener en cuenta la limitada extensión de afloramientos, si bien existe posibilidad de recarga lateral por parte de las series urgonianas suprayacentes.

- La mayor parte del acuífero se encuentra a una cota por debajo del nivel del mar y próximo a la ría de Urdaibai. Si bien los materiales triásicos pueden jugar un papel de barrera hidráulica, y el muestreo efectuado indica que las características hidroquímicas del manantial Sakone se mantienen hasta al menos 60 m de profundidad bajo el nivel del mar, se desconoce cual será el comportamiento de los flujos en régimen influenciado por un bombeo en el acuífero jurásico. Así, cabría la posibilidad de atracción de facies salobres ligadas a los depósitos cuaternarios estuarinos.

**ANEXO 1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

**SONDEO SAKONE-2 (72 - 97 m)**

## **ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE LOS TESTIGOS OBTENIDOS**



Sakone-1. Caja 1. 0.0 - 6.7 m



Sakone-1. Caja 2. 6.7 - 22.3 m



Sakone-1. Caja 3. 22.3 - 27.3 m



Sakone-1. Caja 4. 27.3 - 32.2 m



Sakone-1. Caja 5. 32.2 - 37.5 m



Sakone-1. Caja 6. 37.5 - 42.7 m



Sakone-1. Caja 7. 42.7 - 48.1 m



Sakone-1. Caja 8. 48.1 - 56.4 m





Sakone-1. Caja 9. 56.4 - 59.3 m



Sakone-2. Caja 1. 0.0 - 4.6 m



Sakone-2. Caja 2. 4.6 - 10.4m



Sakone-2. Caja 3. 10.4 - 16.45 m



Sakone-2. Caja 4. 16.45 - 22.65 m



Sakone-2. Caja 5. 22.65 - 27.75 m



Sakone-2. Caja 6. 27.75 - 31.85 m



Sakone-2. Caja 7. 31.85 - 36.25 m



Sakone-2. Caja 8. 36.25 - 40.45 m



Sakone-2. Caja 9. 40.45 - 45.55 m



Sakone-2. Caja 10. 45.55 - 50.85 m



Sakone-2. Caja 11. 50.85 - 56.2 m



Sakone-2. Caja 12. 56.2 - 61.25 m



Sakone-2. Caja 13. 61.25 - 65.55 m



Sakone-2. Caja 14. 65.55 - 69.55 m



Sakone-2. Caja 15. 69.55 - 73.8 m



Sakone-2. Caja 16. 73.8 - 78.0 m



Sakone-2. Caja 17. 78.0 - 91.0 m



Sakone-2. Caja 18. 91.0 - 96.5 m



Sakone-2. Caja 19. 96.5 - 105.2 m



Sakone-2. Caja 20. 105.2 - 113.0 m



Sakone-2. Caja 21. 113.0 - 117.0 m

### **ANEXO 3. COLUMNAS LITOLÓGICAS DETALLADAS**





















Profundidad (m)	Profundidad manobra (m)	Litología	Recuperación			Fracturación			Alteración			Karstificación	Granulometría					Descripción	Estructuras, fósiles, minerales, etc.	Buzamiento	Formación	
			25%	50%	75%	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta		Silt	Muy fino	Fino	Medio	Grueso					Muy grueso
	6.00		50%														Arcillas marrones de descalcificación. Fragmentos de margas alteradas y calizas, de tamaño arena media					
6																	6.00					
	6.30																6.30				Calizas grises	
	6.55																6.55				Calizas dolomíticas. Laminación algal milimétrica	
7																	7.00				Caliza gris oscura	
	7.45		58%														7.45				Caliza blanquecina. Restos de corales planares	
8																	8.50				Brechas. Fragmentos de calizas dolomíticas blancas, calizas cremas, y arcillas	
	8.70																8.70				Caliza dolomítica blanquecina. Restos de corales planares	
9																	9.30				Caliza gris oscura, finamente laminada	
	9.80		97%														9.80				Caliza blanquecina. Restos de corales planares. Estilolitos	
10																	11.60				Caliza dolomítica laminada muy deformada. Estilolitos muy numerosos, paralelos a So. Vetas de calcita posteriores (varias familias)	
	11.60		58%														11.60				Vetas calcita	
12																	12.30				Calcarenita de color gris oscuro	
	12.90		46%														12.90				Caliza gris oscura, finamente laminada.	
13																	13.25				Calcarenita de color gris oscuro	
14																	14.35				Brechas. Fragmentos de calizas blancas bioclásticas y calcarenitas. Restos de arcillas	
	14.35		90%														14.35				Caliza bioclástica oolítica	
15																					Estructura oquerosa	





Profundidad (m)	Profundidad manobra (m)	Litología	Recuperación			Fracturación		Alteración		Karstificación	Granulometría					Descripción	Estructuras, fósiles, minerales, etc.	Buzamiento	Formación
			25%	50%	75%	Baja	Alta	Baja	Alta		Silt	Muy fino	Fino	Medio	Gruaso				
35.15																Huecos con bordes ligeramente dolomitizados			
36	36.00		100%													Hueco parcialmente relleno de arcillas			
37	36.25		95%													Caliza dolomítica gris claro. Finos niveles calcareníticos. Vetas de dolomita de color anaranjado de 0.5 cm de grosor. Vetas milimétricas de calcita. Se señala la posición de los huecos			
38	38.00															Fractura abierta y karstificada			
39	38.95		90%													Hueco parcialmente relleno de arcilla. Bordes oquerosos			
																Deformación			
40	39.80															Brecha calizo-dolomítica con algunos fragmentos margosos. Importante recristalización de calcita. Huecos parcialmente rellenos de arcilla			
41	40.00															Caliza dolomítica gris claro. Finos niveles calcareníticos			
42	40.25		80%													Zona muy fracturada. A techo se recupera un relleno de arcilla. A muro, trocitos de caliza de color gris y fragmentos de brecha calizo-dolomítica			
43	41.00															Hueco relleno de arcilla gris			
44	44.00		75%													Caliza bioclástica. Corales planares. Muy fracturada y deformada. Presencia de estiolitos. Localmente, dolomitización y precipitación de cristales de calcita en los huecos			
45	44.75		95%													Fractura abierta rellena de arcilla			









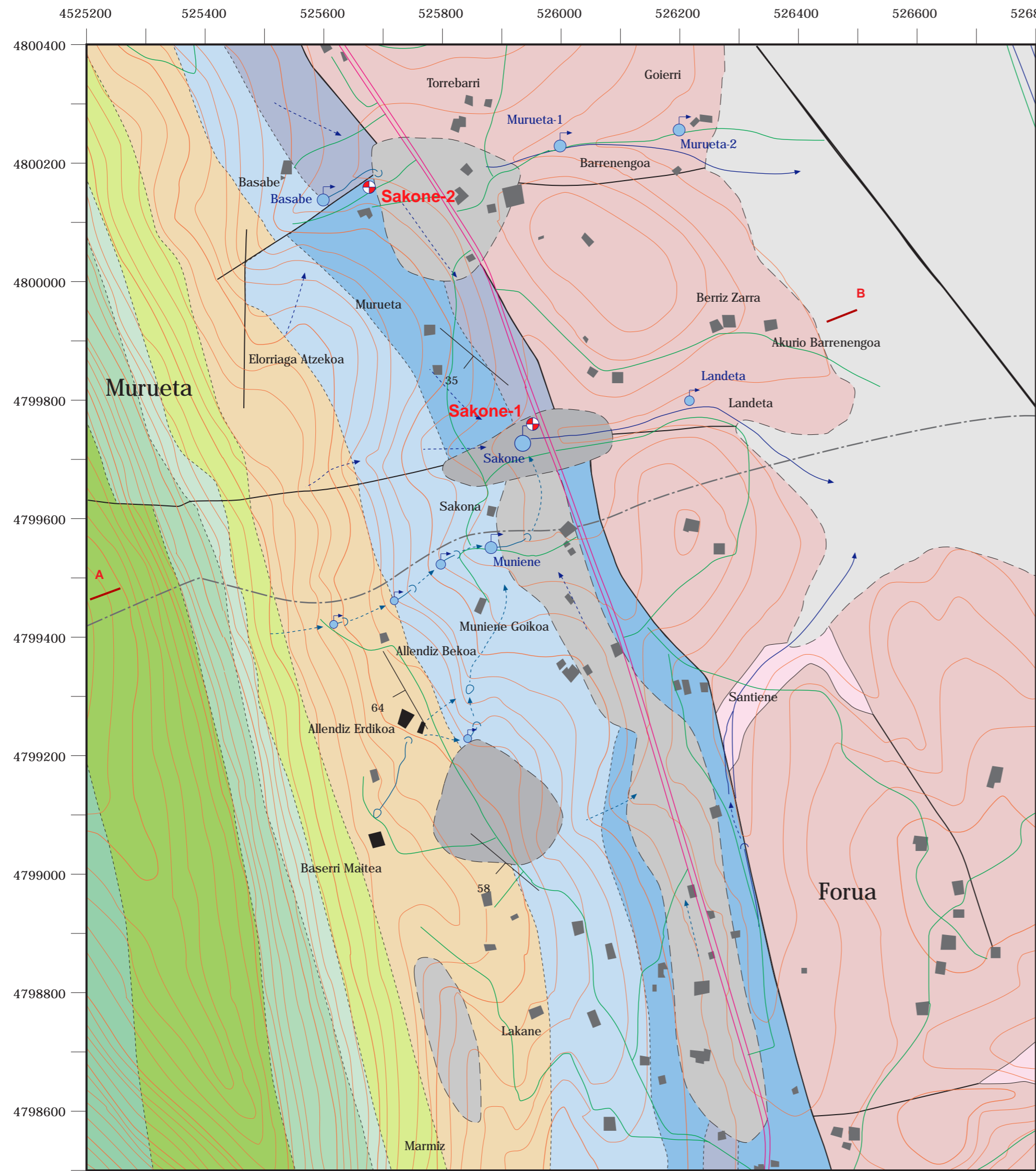




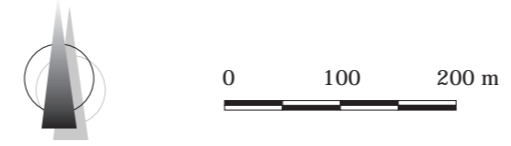




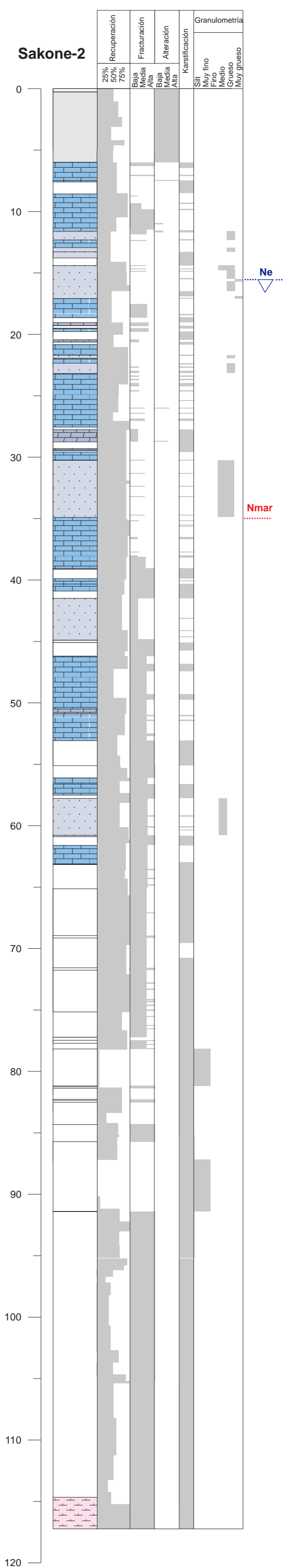
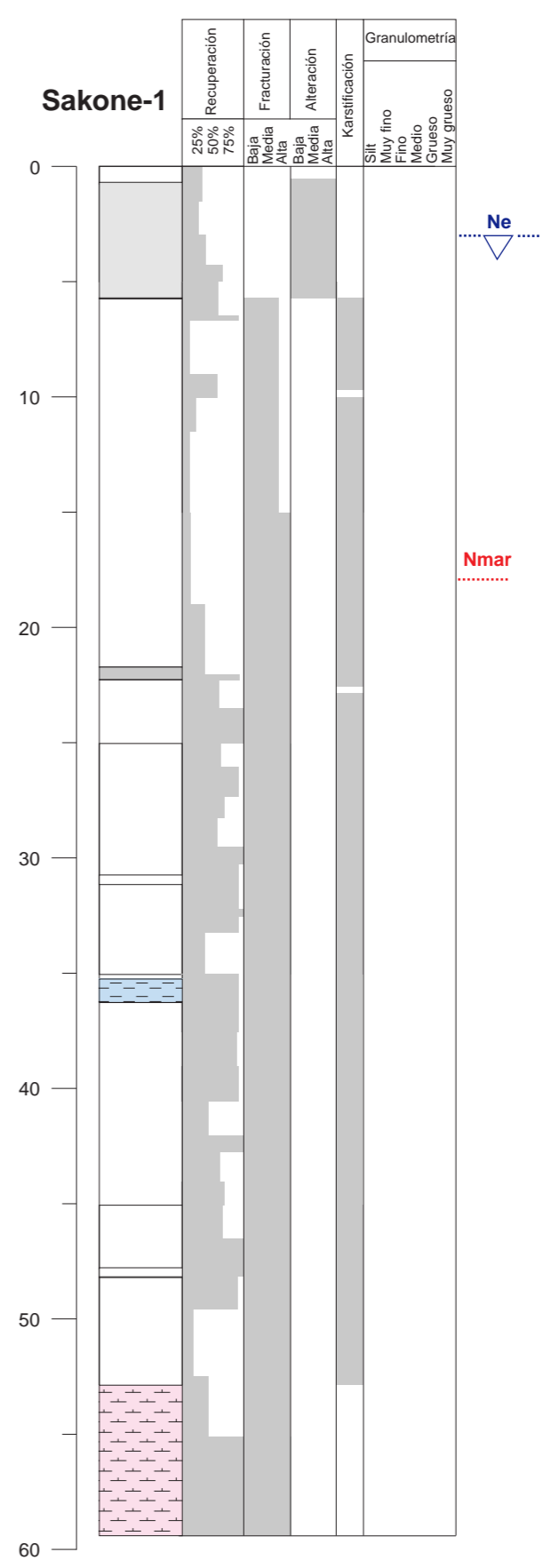




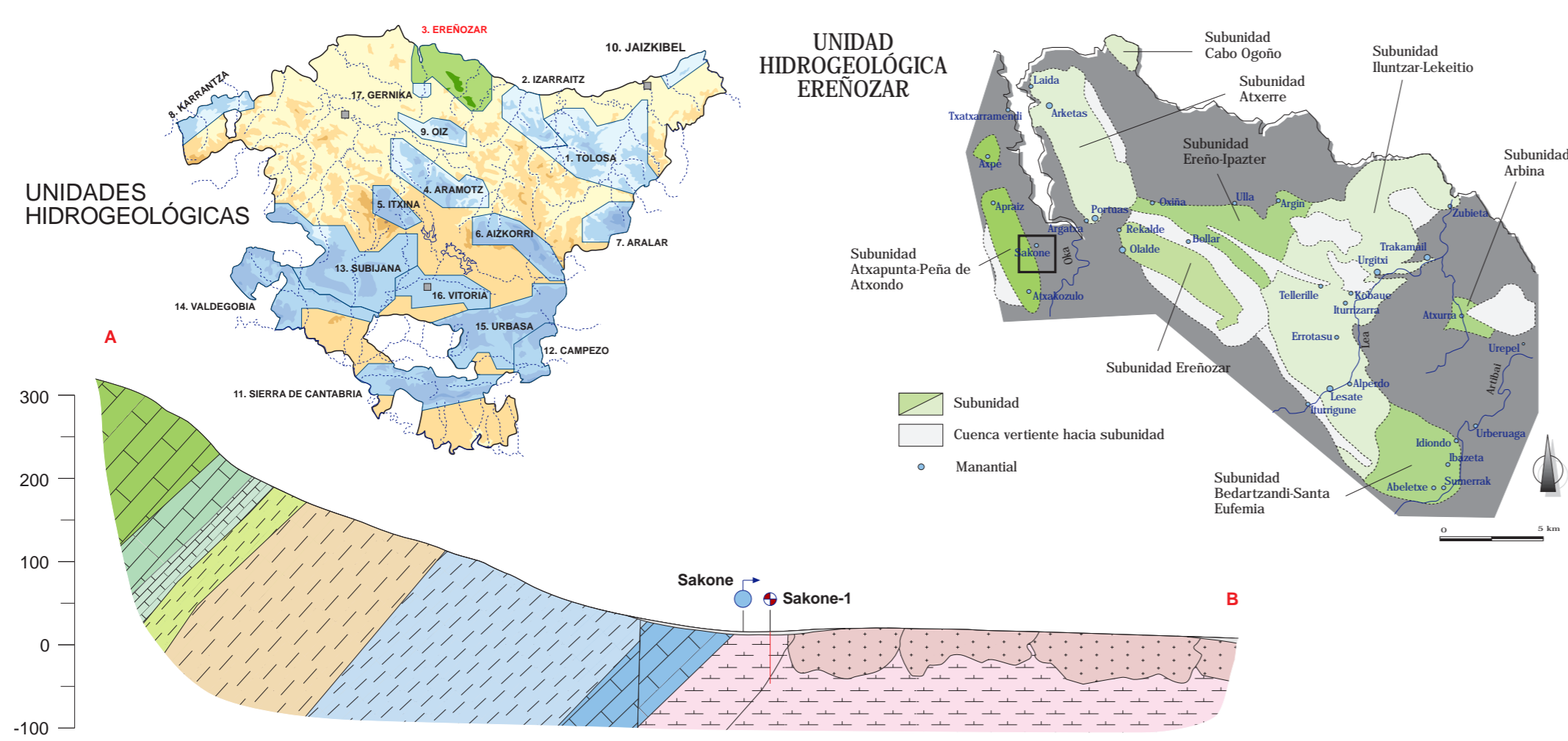
- CUATERNARIO**
- 14 Depósitos residuales
  - 13 Depósitos coluviales
  - 12 Fangos estuarinos
- CRETACICO**
- 11 Margocalizas
  - 10 Calizas en bancos métricos
  - 9 Calizas en bancos decimétricos
  - 8 Calizas impuras
  - 7 Margas arenosas
  - 6 Margas, margocalizas y calizas
- JURASICO**
- 5 Margas
  - 4 Calizas y dolomías
  - 3 Carniolas
- TRIASICO**
- 2 Arcillas y yesos
  - Ofitas



- Sakone**
- Manantial
  - Sumidero
  - Hundimiento o sima
  - Curso superficial
  - Dirección de flujo subterráneo
- Sakone-1**
- Sondeo de investigación



- CUATERNARIO**
- Suelo
  - Arcillas
- JURASICO**
- Margas
  - Calizas y calizas dolomíticas
  - Calcarentitas
  - Dolomías
  - Carniolas
  - Huecos (cuevas) rellenos parcial o totalmente de arcillas y fragmentos rocosos
- TRIASICO**
- Arcillas y yesos



Plano 1

**CONSTRUCCIÓN DE LOS SONDEOS DE INVESTIGACIÓN SAKONE-1 Y 2 (MURUETA, BIZKAIA)**

Octubre 1998

