

MUNIBE(Ciencias Naturales)	40	73-89	SAN SEBASTIAN	1988	ISSN 0027 - 3414
----------------------------	----	-------	---------------	------	------------------

Recibido: 4-III-1988
Aceptado: 21-VI-1988

Zonas kársticas de Guipúzcoa: Los grandes sistemas subterráneos

PALABRAS CLAVES: Karst, Guipúzcoa.

KEY WORDS: Karst, Guipúzcoa.

Carlos GALAN*

RESUMEN

Se describen los grandes sistemas subterráneos de Guipúzcoa. 24 grandes cavidades (simas mayores de 200 m. de desnivel y/o cuevas mayores de 2 km. de desarrollo) forman parte de dichos sistemas. Se resumen las características hidrogeológicas de los macizos kársticos más importantes y se presentan los resultados de ensayos con trazadores. El trabajo supone una síntesis de los conocimientos actuales sobre las zonas kársticas de Guipúzcoa.

ABSTRACTS

The most important features of karstic regions and hydrogeological systems are described. Twenty-four caverns are bigger 200 m. deep / 2 km. development. Speleological work results of die-tests are present. This paper is a syntesis of present-day knowledge of Guipuzcoa karsts.

LABURPENA

Lan honetan, Gipuzkoako lurpeko sistema haundian deskribapena egiten da. Sistema hau 24 barrunbe haundiz ko leize haundiak edo/eta 2 km-ko garapeneko haitzulo haundiak) osaturik dago. Mendimultzo karstiko garrantzi hidrogeologikoak laburtzen dira trazadorez eginiko entsaiuen ondorioak ere aurkeztuaz. Lan honetan Gip tugun ezagueren sintesi gaurkotu bat egiten da.

LOS GRANDES SISTEMAS Y SU CONTEXTO GEOGRAFICO

Guipúzcoa tiene una superficie de 2.000 km². El territorio es pequeño pero posee un relieve montañoso muy accidentado, profundamente entallado por la red de drenaje y con grandes desniveles entre las cumbres de las montañas y los fondos de valle. La divisoria de aguas atlántico-mediterránea, prolongación de la cadena pirenaica, ocupa el límite Sur del territorio y dista 40 km del Mar Cantábrico. El clima, de tipo atlántico, es uno de los más húmedos de Europa, con precipitaciones anuales de entre 1.500 y 2.000 mm (URIARTE, 1978 y 1980).

Las regiones kársticas totalizan 480 km², lo que equivale a 1/4 de la superficie de Guipúzcoa. 130 Km² corresponden a un conjunto de macizos pequeños y 350 km² (el 72% de las regiones kársticas) a sólo 4 grandes macizos: Izarraitz (1.026 m de

altitud), Ernio (1.076 m), Aralar (1.427 m) y Aitzgorri (1.551 m). Estos poseen las mayores cavidades y sistemas hidrogeológicos y son a su vez (por su altitud y extensión) las montañas más importantes de Guipúzcoa.

La exploración del territorio, efectuada de modo sistemático a partir de 1945 por la Sección de Karstología de la S.C. Aranzadi en colaboración con otros grupos vascos de Espeleología (particularmente G.E. Aloña-mendi de Oñate y C.D. Eibar), ha permitido localizar más de 2.000 cavidades, de las cuales han podido ser estudiadas un número aproximado de 850. Entre ellas destacan 19 simas de más de 200 m de desnivel y 7 cavernas de más de 2 km de desarrollo. Como algunas simas son a su vez cavernas extensas, el número total de Grandes Cavidades asciende a 24. Muchas de ellas poseen ríos subterráneos o bien forman parte de los más importantes sistemas hidrológicos subterráneos. La circulación de las aguas en estos 12 Grandes Sistemas ha sido estudiada mediante el empleo de trazadores (pruebas de coloración).

* Sección de Karstología, S.C. Aranzadi. San Sebastián.

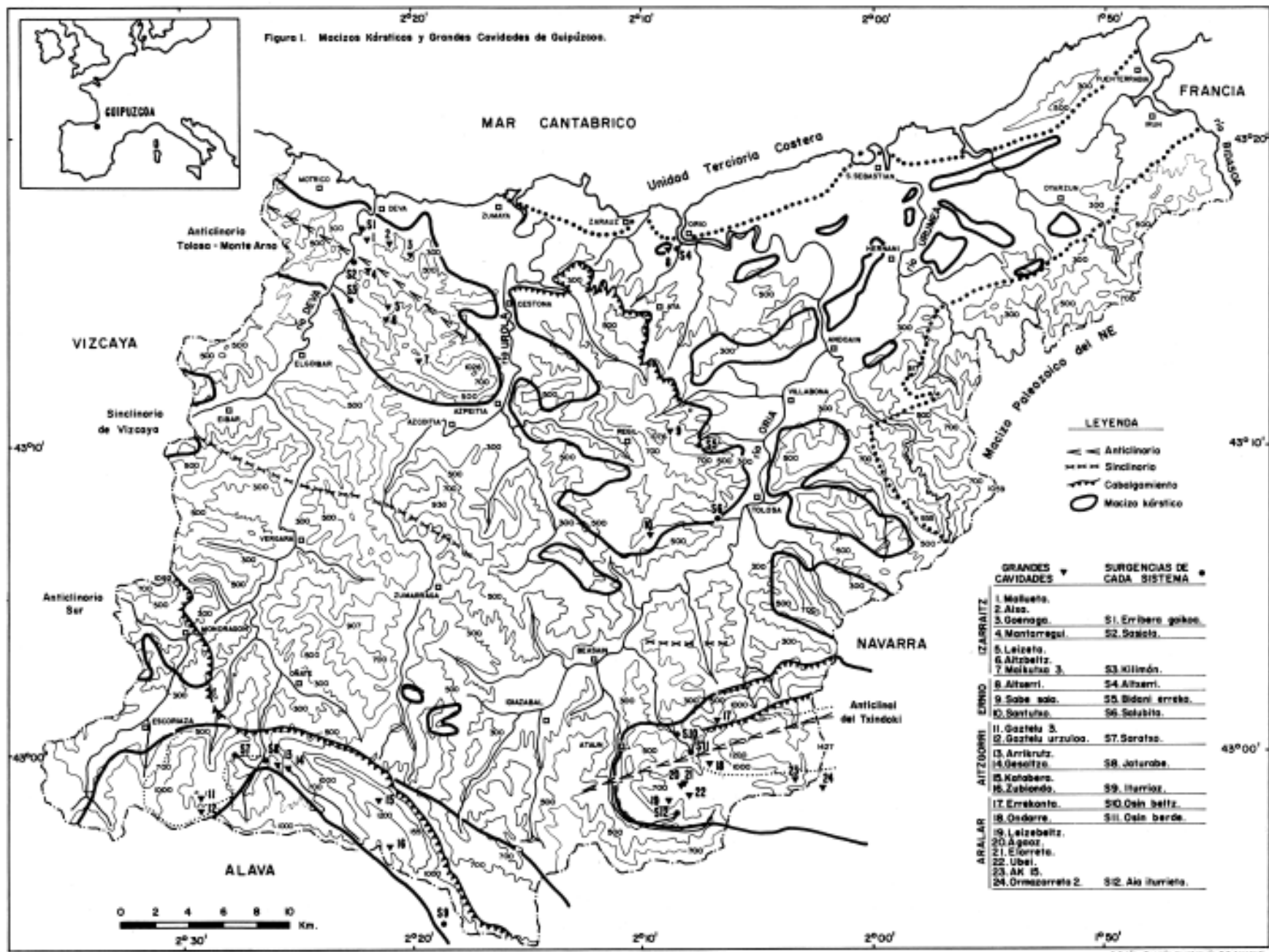


Figure 1. Mezizas kársticas y Grandes Cavidades de Guipúzcoa.

LEYENDA

- Anticlinorio
- - - - - Sinclinario
- ~~~~~ Cobaligamiento
- Meziza kárstica

GRANDES CAVIDADES	SURGENCIAS DE CADA SISTEMA
1. Mollena.	51. Erribero gikea.
2. Aisa.	52. Saizola.
3. Goenago.	53. Kilimón.
4. Montarregui.	54. Aitzami.
5. Leizola.	55. Bidari erreka.
6. Aitzbeltz.	56. Salabita.
7. Malsuza 3.	57. Sorafso.
8. Aitzami.	58. Jaturabe.
9. Sabe adu.	59. Itarrioz.
10. Santuza.	60. Oñate beltz.
11. Gaztela 3.	61. Oñate berde.
12. Gaztela urzuola.	62. Aio Iturrieta.
13. Amlierutz.	
14. Gasettze.	
15. Kahobero.	
16. Zabilondo.	
17. Errekonto.	
18. Ondorra.	
19. Leizebeltz.	
20. Agoz.	
21. Clorrete.	
22. Ubel.	
23. An. Is.	
24. Ormazteeta 2.	

C. Galán, Servicio Cartográfico S.C. Aranzadi.

La localización de cavidades y macizos es mostrada en la Fig. 1. Las tablas I y II presentan datos de las grandes cavidades y sistemas. Las Tablas III y IV presentan datos hidrogeológicos generales de los grandes macizos y datos más precisos de cada uno de los sistemas, incluyendo el caudal de las surgencias. La tabla V presenta datos reales y potenciales de los 6 sistemas de mayor extensión y/o desnivel.

EL CONTEXTO GEOLOGICO

En Guipúzcoa los materiales geológicos comprenden desde el Paleozoico hasta el Cuaternario, aunque con muy diversa importancia. Los mayores espesores y superficies de afloramiento corresponden al Mesozoico, y dentro de éste, al Cretáceo. Aunque el Cretáceo Superior presenta algunos afloramientos calizos, la mayor parte de las zonas kársticas corresponden a las calizas del Complejo Urgoniano, del Cretáceo Inferior. El Jurásico, no muy potente y de escasa extensión (excepto en Aralar), se presenta desmantelado y fragmentado en unidades pequeñas distribuidas periféricamente en torno al macizo Paleozoico que ocupa el sector NE. Dentro del Jurásico se presentan calizas y dolomías compactas, karstificables, en el Lías inferior y en el Dogger y Malm, mientras que el Lías medio y superior es predominantemente margoso e impermeable. El Terciario, constituido por un flysch de areniscas y margas arenosas, aparece en estrecha banda monoclinial en la costa; mientras que el Cuaternario, reducido a su mínima expresión, rellena el fondo de los estrechos

valles. La información geológica contenida en este apartado y en los números 4 y 5, sigue las descripciones generales de IGME (1971) y Diputación Foral de Guipúzcoa (1985). Ver Fig. 1 para ésta y sucesivas descripciones.

Las estructuras predominantes son pliegues orientados NW-SE. Debido al desigual comportamiento de los materiales calcáreos respecto a los flyschoides, los pliegues son a menudo cabalgantes y vergentes al Norte. La estructura se complica en la proximidad del bloque Paleozoico, presentándose una tectónica diapírica, con vergencia en dos direcciones opuestas, una de ellas hacia el interior del macizo Paleozoico.

Las formaciones karstificables se reducen básicamente a las calizas recifales y recifoides del Complejo Urgoniano (Cretáceo Inferior, Aptense-Albense) y a las calizas y dolomías Jurásicas (particularmente las del Dogger-Malm). Todos los grandes sistemas se desarrollan en calizas Urgonianas, con la excepción del sistema de Ondarre (en el Jurásico central de Aralar) y el pequeño macizo de Altzerri (en un afloramiento calizo del Maestrichtiense-Danés, Cretáceo Superior). Ver tabla II.

EL CONTEXTO HIDROGEOLOGICO

Nos referiremos exclusivamente a los acuíferos kársticos, ya que diversas formaciones flyschoides, tanto Supraurgonianas como del Cretáceo Superior

Denominación	Desnivel	Desarrollo	Macizo	Altitud m.s.n.m.	Coordenadas Geográficas	
					Latitud N	Longitud W
1. Ormazarreta 2.	-576 m.	5 Km	Aralar	1.205 m	42°58'30"	02°02'19"
2. Gaztelu urzuloa	-520 m	1 Km	Aitzgorri	980m	42°58'16"	02°29'05"
3. Maikutxa 3.	-488 m		Izarraitz	603m	43°12'30"	02°19'26"
4. Gaztelu 3.	-444 m	1,2Km	Aitzgorri	930m	42°58'43"	02°28'58"
5. Sabe saia.	-340 m	2,1Km	Ernio	780m	43°10'15"	02°08'12"
6. Santutxo	-300m.		Ernio	525m	43°07'10"	02°09'11"
7. Leizebeltz. (X)	-287m.		Aralar	912m	42°58'27"	02°08'29"
8. Aitzbeltz	-279m.		Izarraitz	474m	43°14'00"	02°20'50"
9. Zubiondo. (X)	-262m.		Aitzgorri	1.100 m	42°56'49"	02°20'45"
10. Ondarre. (X)	-260m.	1,8 Km	Aralar	752m	42°59'28"	02°06'46"
11. Katabera.	-250m		Aitzgorri	1.270 m.	42°58'30"	02°21'11"
12. Errekonta	-240m	1 Km	Aralar	650m	43°00'50"	02°06'20"
13. Leizeta.	-230m		Izarraitz	510m.	43°14'24"	02°20'45"
14. Elorreta.	-217m		Aralar	935m	42°59'00"	02°08'05"
15. Goenaga.	-216m		Izarraitz	305m	43°16'02"	02°19'47"
16. Agoaz.	-210m		Aralar	930m	42°58'52"	02°08'08"
17. Mantarregui.	-205m		Izarraitz	380m	43°15'50"	02°21'35"
18. AK.15.	-203m		Aralar	1.070 m.	42°58'44"	02°03'47"
19. Ubel.	-202m		Aralar	685m	42°58'43"	02°07'28"
20. Arrikruz.		7 Km	Aitzgorri	453m	42°59'46"	02°25'33"
21. Aixa. (X)		5Km	Izarraitz	227m	43°16'32"	02°20'39"
22. Gesaltza.		4,9Km	Aitzgorri	513m	42°59'32"	02°25'08"
23. Altzerri		2,2Km	Ernio	20m	43°16'07"	02°07'59"
24. Malloueta. (X)		2Km	Izarraitz	60m	43°16'41"	02°21'47"

Nota: (X) = Exploración no completada totalmente.

Tabla I. Las grandes cavidades de Guipúzcoa.

	Sistema	Grandes cav.	Otras cavidades y/o formas sup.	Surgencia Altitud m.s.n.m.	Terreno geológico
Aralar	1. Ormaztegui - Aia Iturrieta	<u>Ormaztegui 2</u>	<u>Sum. Irserreketa</u>	<u>Aia Iturrieta</u>	395 m Urganiano
		Leizebeltz	<u>Ormaztegui 1</u>		
		Elorreta Agnoz A. 15 Ubañ	<u>Sum. Ubañ</u>		
Altzgorri	2. Ondarre - Osin Berde	<u>Ondarre</u>	<u>Sum. Katsiñe</u>	<u>Osin Berde</u>	475 m Jurásico
		<u>Errekonta</u>		<u>Osin Beltz</u>	260 m Urganiano
Ernio	4. Gazteju - Saratxo	<u>Gazteju urzulco</u>	<u>Poljé Degurixa</u>	<u>Saratxo</u>	480 m Urganiano
		<u>Gazteju 3</u>	<u>Poljé Alabita</u>		
Izarrabitze	5. Gesaltza - Jaturabe	<u>Arrikruz</u>	Artzen koba	Jaturabe	581 m Urganiano
		<u>Gesaltza</u>			
Ernio	6. Zubiondo - Iturrioz	<u>Zubiondo</u>	<u>Depresión Urbía</u>	<u>Iturrioz</u>	780 m Urganiano
		<u>Katabera</u>	<u>Depresión Oitza</u>		
Ernio	7. Sabe saia - Bidani erreka	<u>Sabe saia</u>		<u>Bidani erreka</u>	225 m Urganiano
Ernio	8. Santutxo - Salubita	<u>Santutxo</u>	<u>Exp. Vidania</u>	<u>Salubita</u>	120 m Urganiano
			<u>Exp. Beondegui</u>	<u>Alzaparrera</u>	100 m
Ernio	9. Aitzerrí	<u>Aitzerrí</u>		<u>río Aitzerrí</u>	Ca. Flandriant.- Fanés
Izarrabitze	10. Aiza - Erribera goikoa	<u>Aiza</u>		<u>Erribera goikoa</u>	Ca. Urganiano
		<u>Mellueta</u>			
		<u>Goenaga</u>			
Izarrabitze	11. Lastur - Sasiola	<u>Mantarregul</u>	<u>Valle c. Lastur</u>	<u>Sasiola</u>	Ca. Urganiano
Izarrabitze	12. Maikutza - Killiñón	<u>Maikutza 3</u>	<u>Aratzu</u>	<u>Killiñón</u>	Ca. Urganiano
		<u>Aitzbeltz</u>			
		<u>Leizeta</u>			

Tabla II. Grandes sistemas subterráneos de Guipúzcoa.

(Subrayado = circulaciones subterráneas verificadas por coloración).

y Terciario, presentan acuitards de baja permeabilidad, como los correspondientes a niveles areniscosos fisurados que se intercalan en paquetes de flysch. Los aluviones cuaternarios, permeables por porosidad, presentan en algunos casos (valle del Oria) caudales subterráneos aportados desde formaciones calcáreas fisuradas contiguas a los mismos.

Los macizos kársticos de Guipúzcoa no son grandes unidades continuas sino que, en general, tienen el carácter de montañas compuestas, donde las calizas alternan con otras formaciones poco o nada permeables, fragmentando el macizo en unidades menores. Por ello, no existen mantos acuíferos subterráneos extensos, tal y como normalmente se conciben, sino aparatos relativamente pequeños, que habitualmente se vacían en su nivel más bajo, en el contacto de la formación calcárea fisurada con la inferior menos permeable.

El Jurásico se presenta aislado del Urganiano por la serie Weald (arenisco-arcillosa) impermeable. En el interior del Urganiano las calizas recifales cambian de facies (lateral y verticalmente) a calizas recifoides (margosas y bien estratificadas) y por último a lutitas y/o argilitas. Estas facies terrígenas subdividen el Urganiano en unidades karstificables menores. La extensión y desnivel de las mayores unidades, no obstante, está muy lejos de ser despreciable (Ver tabla V).

La infiltración eficaz en los grandes sistemas oscila entre 20 y 37 lt./sg.Km² (Ver tabla IV) y proporciona caudales medios surgentes superiores a 200 lt./sg en 2/3 de los casos. En muchas ocasiones las

formaciones calcáreas capturan el drenaje superficial de terrenos impermeables contiguos, aumentando la superficie total de la cuenca de alimentación, que puede llegar a ser importante (Jaturabe, 22 Km²). Otras veces, por el contrario, la abrupta topografía de los afloramientos calizos, con pendientes muy fuertes, no favorece la infiltración, particularmente en las zonas periféricas, y parte de los recursos disponibles puede escapar de la unidad en forma de escorrentía. El cálculo del aporte real que recibe la cuenca es complejo y a menudo difiere del simple producto de los recursos disponibles (obtenidos de los valores de Precipitación y Evapotranspiración real) por la superficie total (kárstica más drenaje epígeo capturado). El conocimiento del terreno que poseen los espeleólogos suele aportar valiosa información. Obviamente, los valores de infiltración más elevados corresponden a las zonas donde la estructura y la topografía son más favorables (cuenca cerradas, zonas de escasa pendiente con múltiples formas de absorción).

EL CONTEXTO LITOESTRATIGRAFICO

La complejidad litológica es una constante en los macizos kársticos y de ella depende en buena medida las posibilidades de circulación subterránea. Resumiremos las características más sobresalientes de las formaciones aflorantes en los grandes macizos Mesozoicos y su incidencia en las posibilidades de karstificación.

Macizo kárstico	Valores medios		Recursos disponibles para					
	Altitud m.s.n.m.	Superficie Km2	Temperatura °C	Precipitación mm/a	— ETR mm/a % P	Infiltración % P	disponibles y/o mm/a	para Escorrentía lt/sg.Km2
Altzerri	20	1.6	13	1.500	770 0,51	0,49	735	23,6
Izarraitz	500	60	11	1.550	650 0,42	0,58	899	28,9
Ernio	600	90	10,5	1.600	620 0,39	0,61	976	31,4
Aralar	900	80	9	1.700	530 0,31	0,69	1.173	37,7
Aitzgorri	900	120	9	1.700	530 0,31	0,69	1.173	37,7

Tabla III. Datos hidrogeológicos de los grandes macizos.

1. Triásico.

Comprende tres tramos, de los que destacaremos el Keuper, por constituir el nivel de base impermeable de las calizas Jurásicas. Las facies típicas del Keuper son arcillas yesíferas que comportan a veces importantes masas de ofitas. El contenido en yeso y sales hacen que este tramo Presente cierta plasticidad.

2. Jurásico.

Es el más uniforme en cuanto a condiciones de sedimentación. Podemos distinguir:

2.1. Lías inferior. Constituido por calizas dolomíticas y dolomías, o bien por mármoles dolomíticos donde la serie está metamorfozada. Se superpone al Keuper y en general está poco karstificado.

2.2. Lías medio y superior. Predominan margas y margocalizas poco o nada permeables.

2.3. Dogger y Malm. Calizas compactas que lateralmente, y también en su base, cambian a calizas areniscosas o margosas. En Aralar constituyen un afloramiento importante bien karstificado.

3. Cretáceo Inferior.

Es el tramo que ocupa mayor extensión, el más complejo litológicamente y alberga importantes acuíferos.

3.1. Weald. Formación que cronológicamente puede incluir los últimos estadios del Jurásico y llegar hasta la base del Aptense. Facies muy variables.

En general presenta areniscas calcáreas y calizas areniscosas, micáceas, piritosas y arcillosas. Los bancos Calcáreos más compactos están separados, alternadamente, por niveles arcillosos o arenosos. En otros casos predominan las facies arcillosas o arcillo-arenosas. Por ello, en conjunto, esta serie se comporta como impermeable. Separa el Jurásico del Urganismo.

3.2. Aptense-Albense-Cenomanense inferior. Posee una complejidad estratigráfica aún mayor. Paleontológicamente es muy difícil separar estos tramos; únicamente, por criterios litológicos, cabe distinguir dos formaciones: una formación de base, Urganiana, calcáreo-arcillosa, que se puede situar en el Aptense-Albense inferior; una formación superior, Supraurgoniana, arenisco-arcillosa, atribuible

Macizo kárstico	Sistema subterráneo	Superficie ali mentación. Km2	Módulo Eficaz.	Infiltración lt/sg.Km2	% P	Caudal surgente lt/sg
Aralar	1. Ormazarreta - Aiaturrieta	6,2		32	0,59	200
	2. Ondarre - Osin berde	15		32	0,59	480
	3. Errekonta - Oain beltz			32	0,59	32
Aitzgorri	4. Gaztelu - Saratxo	10		32	0,59	320
	5. Gesaltza - Jaturabe	22		37,2	0,68	820
	6. Zubiondo - Iturrioz	12		32	0,59	380
Ernio	7. Sabe sata - Bidani erreka	8		28	0,54	224
	8. Santutxo - Salubita	12		28	0,54	336
	9. Altzerri	1,6		20	0,41	32
Izarraitz	10. Aixa - Erribera goikoa	3		25	0,50	75
	11. Lastur - Sasiola	595		25	0,50	138
	12. Maikutxa - Kilimón	17		25	0,50	425

Tabla IV. Datos hidrogeológicos de los grandes sistemas.

Sistema	Circulaciones subterráneas	Desnivel/Extensión	Observaciones
1. Ormazarreta - Aiaiturrieta	Ormazarreta 2 - Aiaiturrieta Desao/Pago mari - Aiaiturrieta Potencial máximo:	-510 m / 8 Km -810 m / 9,3 Km -910 m / 10 Km	Probado x trazador Probado x trazador Supuesto
2. Ondarre - Osin berde	Ondarre - Osin berde Katxiñe - Osin berde Potencial máximo:	-277 m / 1,3 Km -775 m / 5 Km -1.000 m / 7,5 Km	Probado x trazador Probado x trazador Supuesto
3. Gaztelu - Saratxo	Caztelu - Saratxo Alabita - Saratxo Potencial máximo:	-520 m / 3,8 Km -430 m / 4,9 Km -600 m / 5 Km	Probado x trazador Probado X trazador Supuesto
4. Zubiondo - Iturrioz	Zubiondo/Urbía - Iturrioz Katabera - Iturrioz Potencial máximo:	-320 m / 6,5 Km -490 m / 8,6 Km -770 m / 9 Km	Probado x trazador Supuesto Supuesto
5. Maikutxa - Kilimón	Maikutxa 3 - Kilimón Potencial máximo:	-553 m / 5,8 Km -970 m / 9 Km	Probado x trazador Supuesto
6. Sabe saia - Bidani erreka	Sabe saia - Bidani erreka Potencial máximo:	-455 m / 2,2 Km -750 m / 3 Km	Probado x trazador Supuesto

Tabla V. Extensión y desnivel de los grandes sistemas.

al Albense- Cenomanense inferior. Ambas formaciones carecen de límites precisos en tiempo y espacio. En los macizos kársticos que consideramos la facies más típica permite distinguir las siguientes litologías:

3.2.1. Complejo Urgoniano. Serie calcáreo-arcillosa. Se compone de calizas recifales que cambian lateralmente a otras recifoides y después a lutitas.

Las calizas recifales se presentan en masas, sin estratificación clara, en forma de barras, lentes o bancos muy gruesos, y son compactas y resistentes, cristalinas a sublitográficas. Sus afloramientos constituyen karsts bien desarrollados.

Las calizas recifoides (también llamadas paraurgonianas, organodetríticas o estratificadas) se meteorizan y disgregan con mayor facilidad, y dejan mayor cantidad de impurezas al ser disueltas (terra rossa). Su transición con las anteriores apenas es discernible. Sus afloramientos se presentan bien estratificados, en bancos delgados (0.2 a 1 m) con intercalaciones de arcillas apizarradas. Dependiendo de su estructura, grado de fracturación y disposición del relieve, pueden constituir zonas donde la karstificación es importante, mientras que en otros casos resultan poco permeables, con elevada escorrentía y escasa infiltración.

Las lutitas (también llamadas argilitas calcáreas y esquistos aptenses) son el final del cambio lateral de facies de las calizas recifales y también ocupan la base de la serie en los cambios verticales. Presentan fuerte proporción de material arcilloso-arenoso muy fino, con cantidades de carbonatos que aumentan en la proximidad de las calizas. Sus colores son negro a gris oscuro, presentando en algunos casos nódulos piritosos y materiales bituminosos. A efectos de la karstificación se consideran

materiales impermeables. Constituyen los niveles de base del Urgoniano y lo pueden subdividir en unidades menores hidrogeológicamente independientes unas de otras.

3.3. Supraurgoniano. Comprende una facies flyschoides con una alternancia monótona de capas duras de arenisca con matriz calcárea y calizas arenosas, alternando con capas deleznable de argilitas arenosas de grano muy fino, con cambios laterales y verticales de composición. A efectos prácticos es impermeable y constituye el techo de la serie Urgoniana.

4. Cretáceo Superior.

Compuesto por una formación margocalcárea de base a la que siguen formaciones flysch margo calizas arenosas. En el techo de la serie se presenta un flysch llamado de capas rojas, donde alternan bancos de caliza de tonos rosados o verdosos con margas (Maestrichtiense-Danés). El pequeño macizo kárstico de Altxerri se desarrolla en un afloramiento de estos últimos terrenos.

LOS GRANDES RASGOS ESTRUCTURALES

Si exceptuamos la unidad terciaria costera y el macizo paleozoico del NE (con sus accidentes marginales), podemos distinguir tres grandes grupos tectónicos que cubren la mayor parte de Guipúzcoa incluyendo a los grandes macizos kársticos.

Anticlinorio Tolosa - Monte Arno

El Mesozoico en la mitad Norte de Guipúzcoa se dispone en forma de anticlinorio, con una estructura que se va complicando hacia el Este por la proximidad del bloque Paleozoico. La alineación general es NW-SE.

Macizo / Unidades	Grandes Sistemas	Surgencias	Tipo de Unidad
IZARRAITZ			
1. Kilimón	Maikutxa/kilimón	Kilimón/Mala	
2. Tantorta		Tantorta	
3. Lastur	Lastur/Sasiola	Sasiola	
4. Aixa	Aixa/Erribera	Erribera	goikoa
5. Andutz		Usarrua	
6. Ekain			Fragmentada
ERNIO			
1. Aizarna/Akua		Hamabiturri	Fragmentada
2. Pagoeta			Fragmentada
3. Gazume		Granada/Utzeta/Usarrobi	
4. Ernio	Sabe saia/Bidani erreka	Bidani erreka	
5. Vidania/Goyaz	Santutxo / Salubita	Salubita/Aldapagorrena	
6. Banda de Beizama		Santa Marina	Fragmentada
7. Unidades Jurásicas		Varias pequeñas	Fragmentada
8. Altxerri	Altxerri	Regata Altxerri	
AITZGORRI			
1. Degurixa/Alabita	Gaztelu/Saratxo	Saratxo	
2. Kurutzeberri		Urbaltza	
3. Aránzazu/Aitzkorbe	Gesaltza/Jaturabe	Jaturabe	
4. Aloña Norte		Ubao	
5. Aitzgorri	Zubiondo/Iturrioz	Iturrioz	
ARALAR			
1. Jurásico central	Ondarre/Osin berde	Osin berde/Bombaxulo	
2. Urganiano Norte		Zazpi iturrieta	
3. Urganiano Domo Ataua	Errekonta/Osin beltz	Osin beltz	Fragmentada
4. Urganiano Sur	Ormazarreta/Aia iturrieta	Aia iturrieta	
5. Paraurgoniano		Ur zuloa	Fragmentada

Tabla VI. Unidades Kársticas en los grandes macizos.

En Motrico aparece a través del flysch Albense una lámina de Keuper diapírico acompañado de ofitas; el Jurásico no llega a aflorar. El eje del anticlinorio es ocupado por los importantes macizos kársticos de Arno e Izarraitz, constituidos por calizas urgonianas y separados entre sí por el valle del río Deva.

A partir del río Urola sigue hacia el Este una alineación donde la serie del Cretáceo Inferior forma un borde cabalgante y sinuoso entre Cestona y Aia. Al Sur, entre Azcoitia y Régil, aparece un anticlinal muy trastornado en cuyo núcleo, erosionado, aparece el Keuper yesífero bordeado por el Jurásico, que inicia un cierre periclinal; pero en el flanco Sur se inicia una falla inversa a favor de la cual el Albense cabalga tanto sobre el Jurásico como sobre el Weald y Aptense.

Entre el borde Norte cabalgante Cestona-Aia y el anticlinal jurásico Sur se localiza el importante macizo kárstico Ernio - Gazume - Pagoeta. El centro geográfico de la región es ocupado por un sinclinal volcado vergente al Norte. En su núcleo aflora el complejo Supraurgoniano, que ocupa un área extensa en la parte W y se reduce progresivamente hacia el E, para ser sustituido por los materiales Urganianos en el monte Gazume. Separado por una falla oblicua al eje, el sinclinal prosigue en el monte Ernio, con grandes espesores de calizas urgonianas. Al E de Tolosa el monte Uzturre constituye la prolongación de esta estructura, con el Urganiano ocupando el núcleo del sinclinal y el Jurásico en la periferia.

El Urganiano se extiende al Norte del Gazume por las zonas de Aizarna y Pagoeta, donde las calizas desaparecen al alcanzar el frente del cabalgamiento.

Al Sur del anticlinal Azcoitia-Régil aflora el Urganiano extendiéndose por Beizama, Vidania y Albiztur hasta la proximidad del Oria en Tolosa. En esta zona la estructura es compleja y presenta una serie de pliegues menores, apretados y oblicuos al eje del anticlinal.

Sinclinorio de Vizcaya

Esta estructura alcanza gran desarrollo en Vizcaya, de ahí su nombre. Al penetrar en Guipúzcoa se caracteriza por la presencia de grandes masas de basaltos submarinos, intercaladas en el flysch de Cretáceo Superior. Este sinclinorio separa los grandes macizos kársticos del Norte de los que ocupan la zona meridional de Guipúzcoa-

Estructuras de la meridional

Son continuación del Anticlinorio de Bilbao, limitado al Norte por el Sinclinorio de Vizcaya y al Sur por el Cretáceo Superior de Alava y Navarra. Destacan por su importancia dos grandes estructuras que corresponden a los macizos kársticos de Aitzgorri y sierra de Aralar.

El macizo de Aitzgorri es un gran anticlinal-falla, cabalgante hacia el Norte, y a favor del cual una

Punto de Inyección	Punto de Surgencia	Distancia	Desnivel	Fecha	Fuente de Información
Ormazarreta 2	Aia iturrieta	8 Km	810 m	84	Secc.Karstologia Aranzadi
Desao	Aia iturrieta	9,3 Km	810 m	84	Secc.Karstologia Aranzadi
Ormazarreta 1	Aia iturrieta	8,5 Km	785 m	79	Secc.Karstologia Aranzadi
AK 15	Aia iturrieta	6,5 Km	675 m	77/80	Secc.Karstologia Aranzadi
Iruerreketa	Aia iturrieta	4,2 Km	375 m	77/00	Secc.Karstologia Aranzadi
Ubei	Aia iturrieta	1,8 Km	286 m	77/80	Secc.Karstologia Aranzadi
Ondarre	Osin berde	1,3 Km	277 m	77	Secc.Karstologia Aranzadi
Kat xiñe	Osin berde	5 Km	775 m	86	Secc.Karstologia Aranzadi
Errekonta	Osin beltz	2,2 Km	390 m	80	Secc.Karstologia Aranzadi
Arritzaga	Zazpi iturrieta	3,4 Km	600 m	86	Secc.Karstologia Aranzadi
Caztelu urzuloa	Saratxo	3,8 Km	520 m	71	C.E. Aloña mendi
Alabita	Saratxo	4,9 Km	430 m	72	G.E. Aloña mendi
Urbia	Iturrioz	6,5 Km	320 m	71	C.E. Aloña mendi
Zabaleko zulota	Hamabiturri	2,7 Km	170 m	83	Secc.Karstologia Aranzadi
Sabe saia	Bidani erreka	2,2 Km	455 m	87	Secc.Karstologia Aranzadi
Santutxo	Aldapagorrena	4,7 Km.	425 m	75	secc.Karstologia Aranzadi
Vidania Goyaz	Salubita	5 Km	370 m	86	Dir.Obras Hidráulicas DFG
Aixa	Erribera golkoa	1,9 Km	227 m	72	C.E. C.D.Eibar
Lastur	Sasiola	2,4 Km	71 m	62	Secc.Karstologia Aranzadi
Lastur	Sasiola	2,4 Km	71 m	69	C.E. C.D.Eibar
Arratzo	Kilimón	2 Km	160 m	73	C.E. C.D.Eibar
Maikutxa 3	Kilimón	5,8 Km	553 m	84	C.E. C.D.Eibar

Nota; En la prueba Sabe saia - Bidani erreka el trazador utilizado fué Cloruro de Litio.
En el resto de las pruebas el trazador utilizado fué fluoresceína sódica.

Tabla VII. Pruebas de trazado efectuadas en los grandes macizos.

masa de calizas urgonianas se coloca a modo de muralla de paredes verticales sobre el flysch supraurgoniano. En su extremo occidental la estructura continúa en otra superficie cabalgante, que se extiende desde Mondragón hasta la ladera Norte del pico de Udalaiz.

La sierra de Aralar es una escama tectónica de uno 30 km de longitud (Guipúzcoa y Navarra) y 10 km de anchura, con varios elementos estructurales. En Guipúzcoa forma el anticlinal del Txindoki, de flancos disimétricos. El flanco Norte queda cortado por el frente de cabalgamiento de la escama, mientras que el flanco Sur prosigue en Navarra. El núcleo del anticlinal, formado por un Jurásico muy karstificado, se encuentra a su vez plegado. Las calizas urgonianas del flanco Norte se presentan en disposición invertida, para acentuarse dicha situación hacia el Este, hasta desaparecer bruscamente en Navarra.

SISTEMAS SUBTERRANEOS EN LOS GRANDES MACIZOS

Nos referimos en este apartado a los sistemas subterráneos hasta hoy conocidos y a los grandes macizos que los albergan. En general, cada macizo se presenta fragmentado en cierto número de unidades kársticas, con funcionamiento hidrogeológico independiente. El relieve topográfico, la litología

de los materiales aflorantes y su disposición estructural, determinan situaciones mucho más complejas de lo que a simple vista puede parecer. Sin embargo, lo fundamental de las aguas infiltradas en cada unidad deriva a sólo una o unas pocas grandes surgencias, que constituyen el punto de descarga de aparatos kársticos bien delimitados. Los sistemas de cavernas que consideraremos en muchas ocasiones permiten acceder al colector principal de cada aparato. Por su funcionamiento hidráulico se trata de acuíferos kársticos con una red de grandes conductos muy selectiva, que descarga con rapidez la mayor parte del volumen de agua que circula anualmente en cada unidad. En las clasificaciones propuestas por BAKALOWICZ y MANGIN (1980), MANGIN (1982) y BAKALOWICZ (1986), corresponden a sistemas kársticos con un drenaje muy organizado, que poseen escasas reservas y restituyen con gran rapidez las precipitaciones infiltradas a los exutorios. Estos sistemas se comportan como filtros no inerciales, con escasa capacidad de almacenamiento de las aguas de infiltración. Los almacenes anexos, o subsistemas que comprenden el conjunto de fisuras y cavidades en la zona saturada en torno a los drenes principales, están poco desarrollados, y la conexión hidráulica entre aparatos contiguos es muy baja o inexistente. Ello explica muchos de los fracasos obtenidos en perforaciones para aprovechamiento de aguas cuando algunos hidrogeólogos han presupuesto teóricamente la existencia de auténticos

embalses subterráneos intercomunicados por la red de fisuras y conductos kársticos. El conocimiento aportado por los espeleólogos ha mostrado lo contrario. La topografía de las galerías subterráneas accesibles, las pruebas de trazado, las variaciones de caudal en ríos subterráneos y surgencias a tenor de las precipitaciones, y el conocimiento directo de los macizos calizos, es decir, la suma de información reunida por los espeleólogos, demuestra que existe una gran independencia funcional de cada aparato kárstico. Aunque los recursos disponibles en cada unidad puedan ser importantes y los caudales medios surgentes sean también apreciables, la capacidad de regulación es escasa; los manantiales acusan con gran rapidez las variaciones pluviométricas, estando sometidos a crecidas bruscas (con valores 10 veces mayores que los medios) y estiajes acentuados (el caudal de base en estiaje puede alcanzar valores 20 veces más bajos que los medios); lo que indica que la mayor parte, cuantitativamente, de la circulación subterránea se efectúa a través de los grandes conductos, siendo escaso el poder regulador de la red de pequeñas fisuras en la zona de oscilación del nivel piezométrico y en la zona permanentemente saturada.

En los 4 grandes macizos que consideramos pueden distinguirse 24 unidades independientes; 12 de

ellas poseen grandes sistemas subterráneos. Las cavidades y formas de superficie más notables son indicados en la tabla II. Las otras unidades poseen también circulaciones subterráneas, pero las exploraciones efectuadas hasta el presente no han permitido encontrar sistemas de galerías de la magnitud del primer caso y, tal vez por ello, nuestros conocimientos sobre ellas son más limitados. La importancia relativa de los distintos sistemas y unidades es variable, como puede apreciarse en el esquema de delimitación de cuencas presentado en la figura 2 y tabla VI. En los apartados siguientes exponemos, sintéticamente, un panorama global de cada macizo y de los distintos sistemas conocidos en cada uno de ellos. Un resumen de datos de las pruebas de trazado efectuadas es presentado en la tabla VII. Conviene destacar que la falta de datos pluviométricos y aforos precisos tornan problemáticos tanto la delimitación de cuencas como los cálculos de balances hídricos. Las pruebas de trazado proporcionan la mejor evidencia para delimitar cuencas hidrogeológicas; las interpretaciones basadas en la cartografía geológica tienen el carácter de hipótesis de trabajo, y pueden ser modificadas a la luz de nuevas evidencias. Hecha esta aclaración, y con las consiguientes reservas, ofrecemos un balance hidrogeológico aproximado de los grandes macizos en la tabla VIII. Los volúmenes de circulación subterránea corresponden al conjunto de cada unidad, sea ésta fragmentada o no.

Macizos / Unidades	Zonas kársticas Km2	Volumen medio circulaciones subt. lt/sg
IZARRAITZ		
1. Kilimón	17	425
2. Tantorta	4,5	112
3. Lastur	5,5	138
4. Aixa	3,5	80
5. Andutz	3,2	75
6. Ekain / Erlo Este	6,8	170
ERNIO		
1. Alzarña/ Akua	8	224
2. Pagoeta	4	112
3. Gazume	10	280
4. Ernio	8	224
5. Vidania / Goyaz	12	336
6. Banda de Beizama	2	56
7. Unidades Jurásicas	4	112
8. Altzerri	1,6	32
AITZGORRI		
1. Degurixa / Alabita	10	320
2. Kurutzberri	4	128
3. Aránzazu / Aitzkorbe	22	820
4. Aloña Norte	6,2	200
5. Aitzgorri	12	380
ARALAR		
1. Jurásico central	19	600
2. Urgoniano Norte	9	288
3. Urgoniano Domo Ataua	4	128
4. Urgoniano Sur	6,2	200
5. Paraurgoniano		64
Total IZARRAITZ	40	1.000
Total ERNIO	50	1.376
Total AITZGORRI	54	1.848
Total ARALAR	40	1.280
Suma Total Grandes Macizos	184	5.504

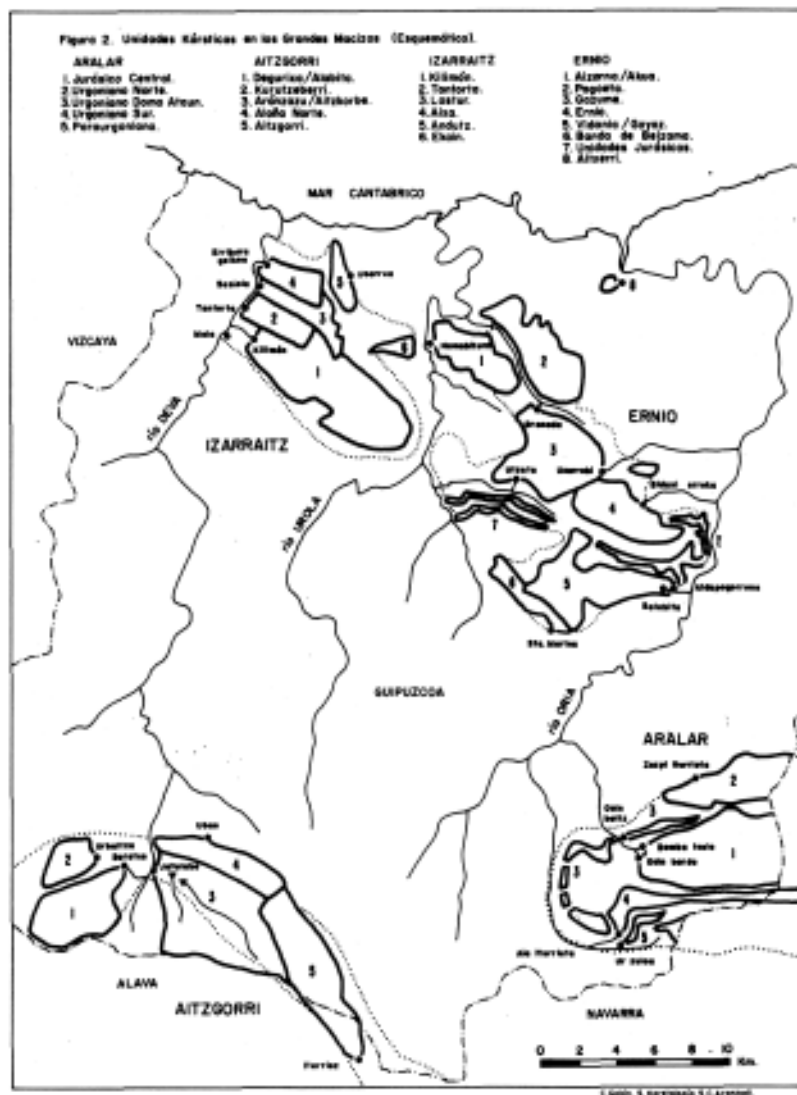
Tabla VIII. Balance hidrogeológico aproximado de los grandes macizos.

Atzgorri

El macizo kárstico de Aitzgorri es una extensa unidad delimitada en su parte Norte por el frente del cabalgamiento y constituida por calizas del complejo Urgoniano. Adicionalmente, tanto al Oeste como al Este del cuerpo principal del macizo, existen pequeños afloramientos calizos de edad Cenomanense, que sobresalen como islotes entre la formación flyschoides areniscosa supraurgoniana, y que no serán tenidos en cuenta.

Las precipitaciones infiltradas en el cuerpo principal del macizo van a parar a un total de 5 surgencias periféricas, tres de ellas de considerable importancia (aportan el 82% del caudal surgente) y las otras dos de menor entidad.

El macizo tiene forma de arco, adelgazado en su parte media, lugar donde es cortado, por el profundo valle en V del río Araotz. En este valle se encuentra la surgencia más caudalosa: Jaturabe, en la margen derecha de la represa del mismo nombre. Y a ella van a parar las aguas del río Aránzazu y de la



regata Aitzkorbe (RUIZ de ARCAUTE y SAN MARTIN, 1955). Estos dos ríos tienen una gran cuenca epígea que se desarrolla básicamente sobre materiales impermeables supraurgonianos y que se extiende hacia el Sur hasta la divisoria de aguas con Alava. El río Aranzazu circula sobre el borde Sur de los terrenos calcáreos, presentando en su recorrido diversas pérdidas y emergencias difusas. Recibe además aportes adicionales del flanco Sur, calizo, de la Sierra de Aloña. En su curso bajo, 2 km antes de su confluencia con el Araotz, se infiltra bajo tierra a través de la boca sumidero, activa, de la Sima de Gesaltza, cavidad de casi 5 km de desarrollo de galerías y 140 m de desnivel. La regata Aitzkorbe, con una cuenca epígea algo menor, se infiltra de modo similar al alcanzar las calizas, a través de la boca sumidero de la Gran Cueva de Arrikruz; esta cavidad es, hasta el momento, la de mayor desarrollo de Guipúzcoa, con 7 km de galerías ramificadas. Ambas cavidades constituyen un sistema, en el que se incluye tam-

bién la cavidad fósil de Artzen koba y las galerías de la resurgencia de Jaturabe. Las galerías de Arrikruz y Gesaltza se superponen topográficamente en algunos sitios. De igual forma, entre Arrikruz y la surgencia hay escasos metros de distancia. Sin embargo, la comunicación física entre estas cavidades no ha podido ser efectuada, ya que a partir de la construcción del embalse artificial de Jaturabe, y la subsiguiente elevación del nivel de las aguas, gran parte de las galerías de la surgencia y de las zonas terminales de las dos grandes cavernas, se presentan sifonadas por las aguas, fluctuando su nivel en correspondencia con el nivel del embalse. En aguas altas la surgencia queda completamente sumergida, mientras que en aguas bajas puede accederse a un conjunto de galerías inundadas. Tal vez sea posible en el futuro lograr la comunicación entre estas cavidades, comunicación que por otro lado es obvia desde el punto de vista hidrológico.

La parte Oeste del macizo presenta un karst bien desarrollado, con dos importantes poljés a elevada altitud: Degurixa y Alabita (LLOPIS LLADO, 1957). En este sector se encuentran, entre muchas otras, dos simas activas de considerable desnivel y de más de 1 km de desarrollo. Son éstas Gazteluko urzuloa, de -520 m, y Gaztelu arroko lezia 3, de -444 m, ambas recorridas por ríos subterráneos a través de galerías meandriformes en general muy estrechas y que presentan una sucesión de pozos verticales. Las pruebas de coloración efectuadas en Gaztelu y Alabita han demostrado que las aguas infiltradas en este sector surgen en el manantial de Saratxo, al Oeste de Jatrabere, y tributan sus aguas al río Araotz aguas arriba de la represa (ALOÑA MENDI, 1974 EUSKAL ESPELEOLOGI ELKARTEA, 1980).

Al Norte de la depresión de Degurixa se presenta otro sector con importantes lapiazes y diversas cavidades, pero ninguna de ellas de gran magnitud. La zona, de límites imprecisos, se extiende entre los montes Kurutzberri y Aranguren, y se presume que las aguas infiltradas en este sector surgen en el manantial de Urbaltza, surgencia de menor entidad localizada en la parte Norte, en la cabecera del barranco de Harbe.

El Este del macizo está constituido por la Sierra de Aitzgorri propiamente dicha, punto culminante de Guipúzcoa (1.551 m.snm.). A elevada altitud se presentan crestas calizas muy karstificadas y las importantes cuencas cerradas constituidas por las depresiones de Oltza y Urbía. En la parte más meridional, en el interior de la depresión de Oltza, se localiza la Sima de Zubiondo, de trazado simple y -262 m de desnivel. Las coloraciones efectuadas en el sumidero principal de la gran cuenca cerrada de Urbía han demostrado que las aguas del sector reaparecen en el importante manantial de Iturrioz, situado al Sur, en la provincia de Alava (ALOÑA MENDI, 1974). En la parte Norte de la depresión se encuentra el karst de Katabera, que se presume pertenece a las mismas cuencas. En él se localiza otra gran sima, de trazado simple e inactiva: Katabera 1, -250 m. Adicionalmente, en la base de los acantilados que limitan por el Norte el macizo, se presentan pequeños manantiales que corresponden a circulaciones de tipo subsuperficial.

La continuación noroccidental de Aitzgorri constituye la Sierra de Aloña. En la base de su flanco Norte se encuentra la cueva surgente de Ubao, manantial de importancia media que recoge las aguas de dicho sector.

En resumen, en el macizo de Aitzgorri son conocidas 6 grandes cavidades pertenecientes a 3 sistemas subterráneos; éstos presentan los mayores

caudales surgentes de la región. Uno de ellos se extiende más allá del límite provincial, que es a su vez el límite hidrográfico de superficie. Este hecho se volverá a repetir en el otro gran macizo kárstico que ocupa una posición limítrofe (Aralar), y nos recuerda que el funcionamiento de las zonas kársticas y de las circulaciones subterráneas sigue sus propias leyes, independientes del drenaje superficial.

Aralar

La Sierra de Aralar constituye un macizo compuesto: las calizas alternan con formaciones arcillosas o arenosas impermeables. Su estructura, esquemáticamente, es la de un anticlinal doble, cabalgante en su parte Norte.

La mayor parte de la sierra es territorio navarro; la parte guipuzcoana ocupa sólo unos 80 km². No obstante, el límite territorial no coincide con el límite hidrogeológico de cuencas y algunos sistemas subterráneos se extienden sobre ambos territorios.

Aunque una parte de las aguas abandona el macizo en forma de escorrentía o a través de pequeñas surgencias, lo fundamental de las precipitaciones se infiltra y va a dar a sólo unas pocas grandes surgencias que corresponden a los acuíferos principales.

Las grandes surgencias navarras son: el Nacedero del río Larraun, la surgencia de Irañeta, y los aportes de Latasa. El río Larraun consta en realidad de dos surgencias que constituyen un interesante sistema. Las aguas del Nacedero surgen en la base de una gran muralla de calizas urgonianas, originan un breve curso superficial y se sumen de nuevo al alcanzar las calizas jurásicas; circulan a continuación a través de la Sima de Lezegalde, y vuelven a surgir en el manantial situado bajo el pueblo de Iribas, recogiendo de esta forma todas las aguas infiltradas en los terrenos urgonianos y jurásicos del amplio sinclinal central. La surgencia de Irañeta, por su parte, captura lo absorbido por el anticlinal Sur. Y existe por último una zona surgente difusa a nivel del talweg del Larraun en el extremo Este del macizo (acuífero de Latasa).

En Guipúzcoa los volúmenes surgentes son menores, como corresponde a su menor superficie, y van a parar básicamente a tres grandes surgencias: Osinberde, que captura las aguas de la unidad Jurásica central del anticlinal del Txindoki; Zazpi iturrieta, grupo surgente de la unidad Urganiana del Norte; y Aia iturrieta, que recoge las aguas de la unidad Urganiana Sur (ARANZADI, 1978).

El complejo Urganiano está constituido por un alternancia de calizas recifales compactas (barras) y terrenos margosos (depresiones); hacia el Oeste y el Sur se pasa lateralmente a niveles Paraurgonianos de calizas margosas alternantes con lutitas. En la zona Urganiana Sur la surgencia de Aia iturrieta recoge las aguas de la primera barra de calizas compactas; mientras que una surgencia menor, Ur zuloa, captura lo infiltrado en los terrenos paraurgonianos; existe adicionalmente surgencias mucho menores, como las correspondientes a la cabecera del Agaunza y al lente recifal de Alleko pikoa.

Hacia el Oeste, la primera barra urgoniana se adelgaza y forma una banda fragmentaria que contornea el domo de Ataun, con pequeños aparatos kársticos independientes, como el correspondiente al pequeño manantial de la cantera de Ataun. Su prolongación Norte, en la zona de Ausa Gaztelu, origina una pequeña unidad constituida por la sima y sumideros de Errekonta, con surgencia en el pequeño manantial de Osin beltz.

El Urganiano Norte, con surgencia en Zazpi iturrieta, no ha sido explorado en detalle, y no se conocen por el momento grandes cavidades en este sector.

Los grandes sistemas subterráneos conocidos se presentan sólo en 2 de los 3 acuíferos principales. Y un tercer sistema importante corresponde a una pequeña unidad de la fragmentada primera barra urgoniana, que contornea el domo de Ataun. Describiremos brevemente lo más sobresaliente de estos sistemas, comenzando por el último mencionado.

La Sima de Errekonta, de 240 m de desnivel y 1 km de desarrollo, posee un río subterráneo que resulta ser el colector de la pequeña unidad de Ausa Gaztelu. La surgencia en Osin beltz ha sido verificada mediante prueba con trazador (ETXEBERRIA et al., 1982).

En la unidad Jurásica central, casi en su periferia, ha sido encontrado el colector principal, que forma el río subterráneo de Ondarre; su acceso es una sima que totaliza 260 m de desnivel y cerca de 2 km de desarrollo de galerías. En su punto más bajo se alcanza un sifón terminal. La circulación entre el sifón de Ondarre y la surgencia de Osin berde ha sido demostrada mediante prueba con trazador. Río arriba, a partir de la cota -170 m, la cavidad se ramifica y las exploraciones, a través de un laberinto de afluentes, no están concluidas. La exploración subacuática (mediante buceo) de la surgencia de Osin berde ha permitido superar un sifón de 100 m de longitud y 23 m de profundidad bajo el agua; la cavidad continúa al otro lado del sifón en galería con río aún no explorada.

En la unidad existe otra surgencia, de menor caudal: Bomba txulo; está próxima a Osin berde y a menor altitud; probablemente captura las aguas del flanco Norte del anticlinal Jurásico, y su funcionamiento -según indican las pruebas de trazado- parece ser completamente independiente de Osin berde.

Otras coloraciones efectuadas en Katxiñe, en la parte alta del Este del macizo, han resultado positivas en Osin berde. Por ello es posible afirmar que todo el extenso macizo de Gambo (1.412 m.snm.), acribillado de dolinas, lapiaces y simas, drena subterráneamente hacia dicha surgencia. Existen dudas sobre cuál es el límite Este de la unidad, que bien pudiera corresponder al barranco de Arritzaga o bien ser más próximo al límite interprovincial; la definición de este aspecto requiere investigación adicional.

La exploración detallada de esta unidad Jurásica, de la que sólo se conoce el tramo final de la circulación subterránea, podría conducir al descubrimiento de otras cavidades de gran importancia. El desnivel potencial que teóricamente se puede alcanzar se aproxima a los -1.000 m y es uno de los más importantes de Guipúzcoa (ARANZADI, 1978 y 1987).

En el Urganiano Sur se desarrolla otro gran sistema subterráneo, cuya cabecera se encuentra en territorio de Navarra y su mayor extensión (incluyendo la surgencia) en Guipúzcoa (ETXEBERRIA y ASTIGARRAGA, 1980; GOIKOETXEA y SANSINEA, 1982).

La unidad corresponde a la primera barra de calizas compactas, pero captura también el drenaje superficial de terrenos impermeables contiguos. Más de 120 cavidades forman parte del sistema, y 8 de ellas superan los 200 m de desnivel.

En territorio navarro se localizan las bocas de Laretxiki y Ormazarreta 2, cavidades comunicadas entre sí y que superan los 5 km de desarrollo; en su interior albergan el colector principal del sistema, el cual sifona a -576 m de profundidad, prácticamente bajo el límite Guipúzcoa - Navarra. El descenso hacia el río subterráneo de Ormazarreta por cualquiera de sus bocas (una de ellas es un sumidero activo) presenta 500 m de desnivel a través de una sucesión impresionante de pozos verticales y meandros exigüos. La gran galería subhorizontal del colector presenta otras dificultades adicionales. La exploración y topografía de esta cavidad requirió de considerables esfuerzos a lo largo de muchas salidas. Describir la cavidad y sus características ocuparía por sí sólo un artículo y escapa del alcance de este trabajo, pero no podemos dejar de mencionar su importancia y el interés que reviste para comprender el funcionamiento de esta unidad.

Otras simas y sumideros importantes próximos a Ormazarreta 2 (Ormazarreta 1, -402 m; Pagomari, -304 m; Sima del Vizcaíno; Sumideros de Desao; etc.) se sitúan enteramente en territorio navarro, y no serán tratados aquí, pero tributan igualmente al sistema de Ormazarreta.

En Guipúzcoa forman parte del sistema más de un centenar de cavidades, superando 5 de ellas los 200 m de desnivel. Las cavidades se localizan en los montes Leizadi, Agaoz, Saastarri, Akaitz txiki y en el barranco de Akaitz erreka (valle seco que posee 23 simas absorbentes). Entre las grandes cavidades destacan las siguientes: la Sima AK 15, que como otras del valle de Akaitz erreka se sitúa topográficamente sobre el trayecto del colector; la Sima sumidero de Ubei, en cuyo fondo, a -202 m, es visible otro tramo del flujo subterráneo; las simas de Leizebeltz, Elorreta y Agaoz, que aportan afluentes menores. Las exploraciones en algunas de estas cavidades no están concluidas en su totalidad.

En conjunto, este sistema es el que posee mayor número de grandes cavidades y es el más extenso de Guipúzcoa. Su cuenca de alimentación ha sido delimitada mediante coloraciones efectuadas en las simas de Ormazarreta 2, AK 15, Ubei, y en los sumideros de Iru erreketeta y Desao, dando todos ellos positivo en el manantial de Aia iturrieta (ARANZADI, 1987). El desnivel recorrido por las aguas de infiltración supera los 800 m.

Izarraitz

El macizo de Izarraitz, cuyo punto culminante es el monte Erlo (1.026 m.snm.), se extiende entre los ríos Urola y Deva; su prolongación al Oeste del Deva constituye el macizo kárstico de Arno que, por la evidencia hasta hoy disponible, constituye un macizo independiente, por lo cual no será considerado en este artículo. Los terrenos karstificables son las calizas recifales del complejo Urganiano, que lateral y verticalmente cambian de facies a calizas margosas y margas impermeables. En líneas generales el macizo forma un anticlinorio NW-SE cortado por una importante red de fallas, entre las cuales destaca la falla N-S de Andutz-Lastur, que hunde la mitad oriental del bloque y confluye con la falla NW-SE de Mendaro, muy próxima al límite Sur del macizo. El bloque occidental presenta dos pliegues anticlinales, uno al Norte y otro al Sur, paralelos ambos a la falla de Mendaro.

Los afloramientos de terrenos margosos impermeables, tanto Supraurgonianos como de la base del Urganiano, dejan aisladas dos pequeñas unidades en el NE del macizo. Una pequeña unidad, en la que no se conocen cavidades de importancia, es la del mon-

te Andutz, con surgencia en el manantial de Usarrua, localizada al Este de Andutz en la cabecera del Valle de Presalde. La segunda unidad la constituye el afloramiento localizado en torno a la confluencia de las regastas epígeas de Beliosoro y Goltzibar, donde existen cavidades de moderado desarrollo, entre ellas la cueva de Ekain, de gran importancia en Prehistoria por sus pinturas rupestres.

En el resto del macizo el complejo Urganiano constituye una extensión continua, con las surgencias principales localizadas en la margen derecha del valle del Deva. La zona Sur es relativamente uniforme, con grandes espesores de calizas masivas muy karstificadas, mientras que la Norte es tectónica y litológicamente mucho más compleja (HERNANZ, 1975).

El conjunto de surgencias más importante está situado en la proximidad de Mendaro, siendo Kilimón la surgencia principal. Designamos como Kilimón a un complejo surgente constituido por 4 surgencias relacionadas, situadas en el talweg de Arana erreka; las ubicadas a mayor altitud funcionan como aliviadero (trop plein) en épocas de aguas altas. Adicionalmente, aguas abajo y a menor altitud que el grupo de Kilimón, funcionan otros dos grupos surgentes, pero de mucho menor caudal: Mala y Alzola, cuyas relaciones con Kilimón, o bien su independencia funcional, no están claramente establecidas.

El grupo surgente de Kilimón recoge las aguas infiltradas en la extensa unidad Sur comprendida entre el eje del anticlinal Sur y los terrenos contiguos a la falla de Mendaro. En esta unidad se localiza el sistema subterráneo más extenso del macizo, constituido por la sima de Maikutxa 3 (que totaliza 488 m de desnivel), la sima de Arratzo (cavidad de 160 m de desnivel, por cuyo fondo circula el colector principal, y que actúa como chimenea de equilibrio), y la surgencia de Kilimón. La circulación de las aguas subterráneas entre estas cavidades ha sido verificada por ensayos con trazadores (ARANZADI, 1987). Otras dos simas mayores de 200 m de desnivel (Aitzbeltz y Leizeta) están situadas en el flanco Sur del anticlinal (RAT, 1957) y se presume que tributan al mismo sistema. De igual forma, y en base al valor de los caudales surgentes, se estima hipotéticamente que la unidad incluye las zonas de alimentación de Ugarteberri, Sesiarte y Egiandi, aunque para definir este punto es necesario investigación adicional. Evidencia indirecta es aportada por los resultados negativos obtenidos en Sasiola y Tantorta de las pruebas de coloración efectuadas, al menos en dos ocasiones, en los sumideros de Ugarte berri (ARANZADI, 1987).

El borde SE del macizo, entre la cumbre de Erlo y la proximidad de Azpeitia, está ocupado por el cierre periclinal del anticlinorio. Dada la litología del sector y su disposición (topográfica y estructural), es de suponer que parte del drenaje de esta zona deriva hacia el valle del Urola, bien sea en forma de escorrentía superficial o bien subterráneamente hacia una serie de pequeñas surgencias periféricas.

El segundo manantial, de importancia apreciable, es Tantorta. Se presume que captura las aguas infiltradas en el flanco Norte del anticlinal meridional. No se conocen grandes cavidades en este sector. Al Norte del anterior se encuentra el manantial de Sasiola, de importancia equiparable. En este caso está demostrado por coloración que la surgencia recoge las aguas infiltradas en el importante valle cerrado de Lastur, cuya cuenca, alargada, ocupa el centro del macizo de Izarraitz y se desarrolla en gran parte sobre margas impermeables. Este sector se sitúa entre el eje del anticlinal Norte y un pequeño sinclinal fallado paralelo al anterior. Por su posición, se presume que la sima de Mantarregui pertenece a este sistema. Esta cavidad, de 205 m de desnivel, posee la mayor vertical absoluta de Guipúzcoa: un pozo de entrada de 188 m de caída libre (ARANZADI, 1987).

El flanco Norte del anticlinal Norte es una zona litológicamente compleja que presenta 3 grandes cavidades: Aixa, de 5 km de desarrollo y 167 m de desnivel; Mallueta, de 2 km de desarrollo; y Goenaga, sima de trazado simple de 216 m de desnivel. Las dos primeras cavidades presentan redes laberínticas de galerías en las que quedan interrogantes por explorar. En superficie, este sector presenta diversas dolinas y depresiones absorbentes, incluyendo aquella en que se abre la boca sumidero de Aixa. Ha sido verificada por ensayo con trazador la circulación de las aguas entre el río subterráneo de Aixa y la surgencia de Erribera goikoa (ARANZADI, 1987).

En resumen, la mayor parte de la circulación subterránea del macizo de Izarraitz se dirige hacia el valle del Deva, organizada en una serie de sistemas, paralelos unos a otros, y que siguen la orientación de las grandes estructuras SE-NW. La evidencia disponible muestra que los sistemas conocidos funcionan independientemente. Las relaciones que teóricamente podrían existir entre sistemas contiguos, a nivel de la zona de saturación permanente, hasta el momento no han sido establecidas.

Ernio

El macizo de Ernio es el más heterogéneo de los 4 grandes macizos guipuzcoanos, tanto geográfica como geológicamente. En el primer caso, está cons-

tituido por tres cumbres principales (Ernio, 1.076 m; Gazume, 997 m; y Pagoeta, 714 m) y una serie de estribaciones menores. En el segundo caso, porque su proximidad al bloque Paleozoico ha generado un conjunto complejo de pliegues y fracturas en las cuales las distintas litologías aflorantes han sido trabajadas en forma diferencial por las fuerzas erosivas.

En la zona Norte se presentan dos unidades en materiales urgonianos. La primera se extiende al Norte del arroyo de Lasao, y constituye la cuenca cerrada Aizarna-Akua, con surgencia en Hamabiturri, en la proximidad de Cestona, a orillas del Urola. La circulación en la unidad ha sido verificada por prueba con trazador (UGALDE, 1984). La segunda es el macizo de Pagoeta, constituido por un conjunto de islotes calcáreos, independientes unos de otros. El macizo está limitado al Sur por el arroyo Granada erreka, y al Norte por el borde cabalgante Cestona-Aia; no ha sido estudiado en detalle, pero el drenaje subterráneo parece dirigirse hacia el Sur, condicionado por la estructura y por el nivel de base del valle de Granada erreka, donde existen pequeños manantiales. En las dos unidades mencionadas no se conocen hasta el momento grandes cavidades.

La zona central del macizo está atravesada por un pliegue NW-SE que constituye un sinclinal volcado y vergente al Norte. La falla de Régil, oblicua al eje del pliegue, separa, hipotéticamente, la unidad de Gazume, al Oeste, de la unidad de Ernio, al Este.

El monte Gazume constituye una unidad compartimentada en varias subunidades, con su centro ocupado por materiales supraurgonianos bordeados por las calizas urgonianas. Las aguas infiltradas en el flanco Norte surgen en Granada erreka, que es la surgencia más caudalosa del macizo. En el flanco Sur las aguas parecen dirigirse al valle de Régil, que recorta el macizo por el Sur; en un barranco afluente de dicho valle se encuentra la surgencia de Utzeta. La zona Este, en la proximidad de la falla de Régil, parece drenar hacia el NE, ya que ha sido encontrado un río subterráneo que se dirige hacia la cabecera del barranco de Usarrobi, afluente del arroyo As-teasu (ARANZADI, 1987). El macizo de Gazume ha sido estudiado parcialmente y aunque se conocen en él diversas cavidades, no han sido encontrados sistemas importantes.

Continuación de la estructura de Gazume es la unidad sinclinal de Ernio, que, en términos relativos, es la que ha sido mejor estudiada. Constituye una unidad bien delimitada (excepto en su límite Oeste), con numerosas cavidades, y donde los materiales urgonianos del sinclinal colgado están contorneados por la serie Weald impermeable. Las aguas infiltradas surgen en el importante manantial de Bidani erreka,

en Alkiza, al alcanzar el punto más bajo del contacto con los terrenos inferiores impermeables. En el flanco Norte del sinclinal se localizan dos bocas de sima (Leize aundi 2 y Sabe saia) que conducen a un río subterráneo. Este complejo interconectado tiene más de 2 km de galerías y 340 m de desnivel, constituyendo el colector principal de la unidad, cuya comunicación con la surgencia ha sido verificada por ensayo con trazador (VILLOTA y GALAN, 1970; ARANZADI, 1987).

Al Sur de los sinclinales de Ernio y Gazume aflora una estrecha banda irregular de materiales jurásicos, en ocasiones acompañados por el keuper, en una estructura anticlinal con núcleo diapírico extruido. Los pliegues son muy apretados, vergentes al Norte, y frecuentemente los flancos se presentan laminados. Los materiales jurásicos (dolomías, calizas y margas) están karstificados y no se conocen en ellos grandes cavidades, aunque sí pequeños aparatos independientes de escaso caudal (surgencias en Ugena, Iturbe, Lavadero, Oyal, Igarán y Etxeberri). Afloramientos jurásicos adicionales bordean también por el E y NE el macizo de Ernio, entre Tolosa y Hernialde, y se presenta otra serie de pequeñas unidades compartimentadas (surgencias de Matxin zulo, Araya), existiendo además cierta transmisión subterránea desde las calizas hacia los aluviones cuaternarios del Oria (Diputación Foral de Guipúzcoa, 1985). En conjunto, los afloramientos jurásicos totalizan una superficie nada despreciable, pero su compartimentación en pequeñas unidades no hace posible la existencia de sistemas extensos.

Al Sur de la banda jurásica aparece de nuevo el Urganiano. Las calizas, principalmente recifoides, se disponen en bandas paralelas alternando con niveles arcillosos. En ocasiones se presentan calizas recifales compactas, formando lentes más gruesos pero de menor extensión lateral.

En el extremo Sur del macizo las calizas recifoides forman la alargada banda de Beizama, que posee pequeñas surgencias, como las de Santa Marina. Sin embargo, la mayor extensión de este sector meridional constituye una unidad que comprende la gran cuenca cerrada de Vidania - Goyaz, y depresiones menores (Beondegui, Sorgin zulo, Santutxo). Las calizas urgonianas y paraurgonianas se extienden hacia el Este por el valle de Albiztur, en cuya parte baja se encuentra la importante surgencia de Salubita, en el mismo talweg del río, excavado éste a expensas de una importante falla. Próxima a Salubita se encuentra una surgencia menor: Aldapagorrena. Las pruebas de coloración efectuadas en Vidania han dado positivo en Salubita (Diputación Foral de Guipúzcoa, 1985), pero no se conocen grandes cavida-

des en el sector, tal vez por el carácter margoso de los materiales. Al Sur de Beondegui, casi en el límite de la unidad, se localiza en cambio la sima sumidero de Santutxo, de 300 m de desnivel. Su trazado es simple y posee un río subterráneo. Se desarrolla en calizas poco compactas paraurgonianas. La prueba de coloración efectuada en la cavidad dió positivo en Aldapagorrena, aunque para ese momento se desconocía la existencia de Salubita y no fué controlada. Se presume que se trata de una única unidad hidrogeológica, donde Salubita es la surgencia principal y Aldapa una surgencia satélite menor (ARANZADI, 1987).

Por último, incluimos el macizo de Altxerri, pequeña unidad aislada, próxima a Orio, pero geográficamente en una estribación del monte Pagoeta. La cavidad, de gran importancia en Prehistoria por sus pinturas rupestres, tiene más de 2 km de desarrollo y un río subterráneo de escaso caudal. Se desarrolla en calizas del Maestrichtiense - Danés que constituyen el techo de la serie del flysch calcáreo del Cretáceo Superior (RODRIGUEZ AVIAL y CCARRERAS, 1981). La mayor parte de la alimentación del acuífero proviene del drenaje de una pequeña cuenca impermeable, que se infiltra al alcanzar las calizas. Las aguas subterráneas emergen por un grupo de surgencias difusas a la regata exterior de Altxerri, en la proximidad de la cueva (ARANZADI, 1987).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Un resumen de lo conocido sobre las cavernas y zonas kársticas más importantes de Guipúzcoa es presentado en forma de tablas y en las descripciones de cada macizo, destacando la existencia de 24 grandes cavidades (mayores de 200 m de desnivel y/o 2 km de desarrollo) pertenecientes a 12 grandes sistemas subterráneos (el mayor de ellos alcanza 800 m de desnivel y casi 10 km de extensión). Esta información es provisional y se amplía progresivamente a medida que se realizan nuevas exploraciones y trabajos espeleológicos. Es de destacar que el conocimiento subterráneo del territorio dista mucho de estar completado. La diferencia existente entre los desarrollos conocidos y los datos potenciales constituye un buen indicador de lo que aún espera ser descubierto.

En forma similar, la delimitación de unidades hidrogeológicas y los datos de balance hídrico, características y funcionamiento hidráulico de cada unidad, están lejos de ser conocidos con suficiente detalle. Estos podrán ser afinados y/o modificados en el futuro, al desarrollarse nuevas investigaciones,

particularmente si se logra establecer una red adecuada de estaciones pluviométricas y de aforos, si se realizan pruebas de trazado adicionales, y si se estudia el comportamiento de los principales manantiales.

El conocimiento actual muestra que los principales sistemas kársticos de los grandes macizos poseen un drenaje muy organizado, con una red de grandes conductos muy selectiva, y aunque los recursos hídricos son importantes, las reservas parecen ser escasas y la capacidad de regulación reducida. En consecuencia, se trata de acuíferos poco explotables porque resulta difícil regular sus recursos.

Esta característica generalizada no quiere decir que todas las unidades consideradas se comporten de forma idéntica; la heterogeneidad y diversidad del medio kárstico es muy acentuada y difícilmente encontremos sistemas equiparables. Precisamente por esta razón creemos conveniente avanzar en el conocimiento concreto de cada unidad, porque sólo conociendo sus características particulares se podrá entender su funcionamiento y se podrán definir sus posibilidades óptimas de aprovechamiento. En este sentido la colaboración mutua entre hidrogeólogos, espeleólogos y organismos públicos encargados de

la gestión de aguas es de la mayor importancia para lograr avances futuros.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo supone una síntesis de la información obtenida a lo largo de más de 40 años por los espeleólogos vascos que han trabajado en las zonas kársticas de Guipúzcoa. Muchos datos proceden de los archivos de la Sección de Karstología (anteriormente: Sección de Espeleología) de la Sociedad de Ciencias Aranzadi; agradezco la ayuda de todos sus integrantes, particularmente, C. García, K. Sansinenea, I. Goikoetxea, E. Trallero, A. Merino, D. Dulanto; e igualmente a los antiguos miembros Tx. Ugalde, F. Etxeberría, J. Astigarraga y R. Zubiría. El agradecimiento es extensivo a los miembros de los grupos espeleológicos integrados en la Unión de Espeleólogos Vascos (Euskal Espeleologi Elkarte), ya que muchas exploraciones y trabajo de campo fué efectuado en forma conjunta. También queremos agradecer la atención prestada por el geólogo P. Tamés, de la Dirección de Obras Hidráulicas de la Diputación Foral de Guipúzcoa, quien ha puesto a nuestra disposición información adicional. Cualquier error es responsabilidad exclusiva del autor.

BIBLIOGRAFIA

ALOÑA MENDI, G.E.

1974 Trabajos sobre el karst del SW de Guipúzcoa. Oñate. Ed. Biblioteca Municipal. 101 pp

ARANZADI, Sec. Espeleología.

1978 El río subterráneo de Ondarre y la Karstificación en la Sierra de Aralar. *Munibe*, 30 (4): 257-282.

ARANZADI, Sec. Karstología.

1987 *Datos grandes cavidades y sistemas de Guipúzcoa*. Archivos Sec. Karstología. Inf. Int.

BAKALOWICZ, M.

1986 *De l'Hydrogeologie en Karstologie*. Jornadas sobre el Karst en Euskadi. Com., San Sebastián, Tomo 2 105-129.

BAKALOWICZ, M. & MANGIN, A.

1980 L'acuífère karstique: sa definition ses caractéristiques et son identification. *Mem. h. ser. Soc. Geol. Fr.*, 11: 71-79.

Nota: Tras redactar este artículo, sucesivas exploraciones de la S.C. Aranzadi han llevado el desarrollo topografiado de galerías de la sima de Ondarre a más de 3 km, mientras que en la sima de Leizebeltz se ha alcanzado un desnivel de -345 m y un desarrollo superior a 2.5 km, quedando en ambos casos incógnitas por explorar. Es un buen ejemplo que ilustra el avance progresivo que experimenta el conocimiento de nuestra cavernas y macizos kársticos.

DIPUTACION FORAL DE GUIPUZCOA

1985 *Estudio de evaluación de los recursos hidráulicos subterráneos del territorio histórico de Guipúzcoa*. Dir. Obras Hidrául., Serv. Geol., Memoria 320 pp., anexos.

ETXEBERRIA, F. & ASTIGARRAGA, J.

1980 Estudio de zonas kársticas de Guipúzcoa: el Urgoniano Sur de la Sierra de Aralar. *Munibe*, 32 (3-4): 207-256.

ETXEBERRIA, F., SANSINENEA, K., UGALDE, TX., UGARTE, F., ZUBIRIA, R.

1982 Estudio de Zonas kársticas de Guipúzcoa: el Urgoniano de Ausa Gaztelu. *Munibe*, 34 (4): 271-287.

EUSKAL ESPELEOLOGI ELKARTEA.

1980 *Espeleología en el País Vasco*. Enciclop. Gr. II. P. Vasco. 352-404. Zarautz. Imp. Itxaropena.

GOIKOETXEA, I. & SANSINENEA, K.

1982 El río subterráneo de Ormazarreta. *Principe de Viana, Supl. Ciencias*. 2 443-456.

HERNANZ, A.

1975 *Estudio hidrogeológico de los alrededores de Deva, Guipúzcoa*. Euroestudios S.A., Inf. ES 220/17, 49 pp.

IGME Div. Aguas Subterráneas.

1971 *Estudio hidrogeológico general de la provincia de Guipúzcoa*. Memoria y anexos, 4 vols. Madrid.

LLOPIS LLADO, N.

- 1957 Características hidrogeológicas de la cuenca de alimentación del manantial de Urbaltza. *Speleon*, 8 (1-4): 3-55.

MANGIN, A.

- 1982 *L'approche systemique du karst, consequences conceptuelles et methodologiques*. Reunión monográfica sobre el karst, Larra 82. Publ. Serv. Geol. Dip. For. Navarra, 141-157.

RAT,P.

- 1957 Introduction géologique à l'étude du gouffre et de la grotte d'Aitzbeltz. *Speleon*, 8 (1-4): 89-106.

RODRIGUEZ AVIAL, J. & CARRERAS, A.

- 1981 *Estudio hidrogeológico de las calizas del Alto de Orio*. Euroestudios S.A. Inf.ES 599/34, 23 pp.

RUIZ DE ARCAUTE, F. & SAN MARTIN, J.

- 1955 Conjunto de los fenómenos espeleológicos de Gesaltza, Arrikruz, Jaturabe y Cueva de los Osos. *Speleon*, 6 (3): 103-125.

UGALDE, Tx.

- 1984 Estudio de las cuencas hidrogeológicas de los Valles de Akua y Aizarna (Zestoa). *Munibe*, 36: 23-64.

URIARTE, A.

- 1978 Mapa pluviométrico del extremo oriental del Cantábrico. *Lurralde*. 1: 285-289.
1980 La lluvia en la Costa Norte de la Península Ibérica. *Lurralde*, 3: 103-107.

VILLOTA, J. & GALAN, C

- 1970 Complejo Leize aundia II - Sabesaiako leizea. *Munibe*, 22 (3-4): 175-182.