

VALORACION MEDIO AMBIENTAL DE LAS CAVIDADES NATURALES

(1) Txomin Ugalde; Felix López; Koldo Sansinenea; Javier Busselo; Giorgio Studer; Ainara Rodriguez; Sergio Laburu; Mikel Uzkudun; Jon Estonba; Jon Ziganda; Natxo Añibarro; Javier Manteca; Ana Gutierrez; Txema Esnal.

(1) FELIX UGARTE ELKARTEA. Patricio Arabolaza 2 20304 Irun, Gipuzkoa, Pais Vasco.
Info@felixugarte.org

Resumen.

En este artículo exponemos una experiencia de Valoración del Patrimonio Subterráneo, utilizando las técnicas de análisis del territorio e impacto ambiental. Consideramos que la diversidad del espacio subterráneo debe tener el mismo tratamiento que los espacios exteriores, aunque adaptado a sus peculiaridades, y que muestre sus valores físicos, biológicos y culturales.

1. Introducción

Los estudios sobre el medio físico y ambiental, han tenido un gran avance en las últimas décadas. Los diversos planes de Ordenación del Territorio, la evaluación de recursos naturales y los estudios de impacto ambiental de las diferentes obras públicas, han necesitado de una amplia base documental y cartográfica medio -ambienta para minimizar impactos y establecer las áreas de protección de los recursos naturales. Sin embargo, el medio subterráneo ha sido marginado y los estudios del medio físico y evaluaciones medio – ambientales le han introducido en el indefinido listado de punto de interés geológico, que no se corresponde con la complejidad de los espacios subterráneos.

El mundo subterráneo, como parte de la superficie de la tierra, debe ser analizado con los mismos criterios del medio exterior, puesto que contiene valores físico, biológicos y culturales, solamente que su estudio no está al alcance de cualquier investigador, ya que es necesario desenvolverse en unos espacios difíciles, carentes en muchos casos incluso de cartografía , y donde las herramientas de análisis por fotografía aérea o teledetección, no ofrecen la misma ayuda que en los estudios del medio externo..

Los defensores del medio subterráneo, debemos adoptar las herramientas necesarias para definir este espacio con criterios claros, de manera que pueda ser comprendido y asimilado por los Organismos de Análisis del Territorio que tiene las diferentes Administraciones y homologar medio - ambientalmente el espacio subterráneo.¹

2. Los factores ambientales.

A la hora de establecer criterios medio –ambientales, tenemos que considerar que la mayoría de las cavidades naturales se encuentran situadas en espacios definidos como de alta sensibilidad medio – ambiental, ya sea por encontrarse en zonas de montaña o por sus valores hidrogeológicos. El medio karstico está clasificado como de alta vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos subterráneos, y todos los fenómenos asociados al karst, como campos de lapiaz, dolinas, cuevas, simas, sumideros y surgencias están interrelacionadas en un mismo sistema hidrogeológico, siendo lugares especialmente críticos en la acogida a las actuaciones humanas. De ahí que a los espeleólogos nos cueste individualizar y valorar una cavidad aisladamente del resto del sistema. También somos conscientes de que no todas las cuevas son iguales y que su importancia dependerá de la variabilidad y rareza de su contenido. Este contenido será referente a la hora de establecer los criterios de valoración de una cavidad.

Atendiendo a los criterios de análisis del medio ambiente estableceremos cuatro apartados:

- Ubicación y dimensiones. (Espeleometría)
- Variables de la Tierra. Medio físico. Variables de la atmósfera. Condiciones climáticas.
- Variables del medio biológico
- Recursos culturales. Medio Humano.

¹ En el año 1997, y por encargo de la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco, se realizó un estudio sobre Valoración del Medio Subterráneo para la Comunidad Autónoma Vasca. Ese estudio fue coordinado por Txomin Ugalde, siendo sus autores: Antonio Bea, Enrique Beruete, Carlos Eraña, Javier Maeztu, Roman Muñoz, Koldo Sansinenea, y Txomin Ugalde. Este estudio ha servido de base para la confección de este artículo.

2.1. Ubicación y dimensiones.

2.1.1. Ubicación

La ubicación la resolveremos por medio de coordenadas UTM, obtenidas de la manera mas precisa posible. Actualmente nos servimos de receptores GPS de alta precisión que utilizan satélites de la red de posicionamiento global del Departamento de Defensa de EEUU y el sistema de satélite de Navegación Global del Ministerio de Defensa de la Federación Rusa. La correcta ubicación es fundamental para una valoración de calidad ya que errores en la misma pueden servir de confusión a la hora de establecer un área de protección o de buscar alternativas de trazado de una obra pública.

Identificación: Variables consideradas:

- 1- Nombre de la cavidad
- 2- Sinónimo
- 3- Monte ozona
- 4- Municipio
- 5- Territorio Histórico
- 6- Coordenadas UTM. X: Y: Z:

Estado
Inicio

nuevo
buscar

foto entrada
Cavidad turística

fotos cavidad
arqueología

croquis entrada
biología

topografía
hidrología

material explo
geomorfología

informes
geología

paleontología
climática

etnografía
bibliografía

VALORACIÓN DE LA CAVIDAD

Medio físico	Arqueo. Paleon.	Medio biol.	Etnog.
1 - 6	0 - 1	0 - 3	0 - 3

Fecha registro

Fecha actualización

Sigla catálogo Sigla

Tipo de cavidad Orientación

Denominación

Sinónimos

Relación con otra cavidad

Macizo

Dificultad de exploración

Territorio histórico U.T.M.

Municipio X

Localidad Y

Monte o zona Z

2.1.2. Dimensiones.

Uno de los trabajos tradicionales de la espeleología es el levantamiento de los planos de una cavidad. El trabajo topográfico es fundamental y servirá de base para la valoración de los diferentes variables del medio físico, biológico y humano.

El cálculo de su longitud, superficie y volumen, nos aportan datos del grado de karstificación, líneas de fracturación y evolución del sistema, y nos proporciona variables cuantitativas para el análisis estadístico.

La forma y dimensiones de su entrada, puede tener un valor paisajístico importante y los volúmenes interiores

pueden ser excepcionales en el conjunto de las cavidades analizadas.

Espeleometría. Variables consideradas.

- 7- Desarrollo total
- 8- Desnivel total
- 9- Superficie total
- 10- Volumen total
- 11- Longitud galería principal.
- 12- N° de galerías
- 13- Grado de bifurcación de sus galerías.
- 14- Dimensiones accesos. Superficie acceso
- 15- Tipo acceso. Vertical u horizontal

VOLVER

BUSCAR

VALORACION DE DATOS

Longitud

Desnivel

Medidas entrada

INFORMES

sigla catálogo Denominación

Dirección preferente Longitud m.

Desnivel Cota superior Cota inferior

Medidas entrada X m. Orden de galerías

Sección mínima Sección media Sección máxima

Desarrollo Tendencia

Forma Nº de pozos

Pozo mayor Superficie m² Volumen m³

Observaciones

2.2. Variables del medio físico.

2.2.1. Geología.

En este apartado tendremos en cuenta las cavidades en roca caliza, prácticamente único tipo de cavidades naturales que se desarrollan en el País Vasco. La existencia de cavidades en otras litologías (por ejemplo en conglomerados calcáreos), puede ser un valor excepcional y una rareza a considerar en la valoración de la cavidad. En otros territorios han de tener en cuenta la existencia de cavidades en otras litologías, ya que pueden ser factores de rareza a la hora de considerar la valoración de una cavidad y por lo tanto de su conservación.

Las variables consideradas

- 16- Litología.
- 17- Período Geológico.

- 18- Estructura. (anticlinal- sinclinal- monoclinal)
- 19- Tectónica. (falla, diaclasa, cabalgamiento)

La proporción de carbonato cálcico en una caliza, la masividad de un afloramiento, la situación estructural y el grado de fracturación de un territorio, son factores que condicionan la karstificación. Una caliza con alto contenido en carbonato cálcico (calizas arrecifales de los complejos urgonianos con contenidos de carbonato cálcico superiores al 95%), permiten en desarrollo de complejos y redes subterráneas importantes. Sin embargo, los materiales calcáreos de bajo contenido en carbonato cálcico, como las calizas margosas del complejo para-urgoniano, desarrollan cavidades de escaso desarrollo.

VOLVER

BUSCAR

GEOLOGIA

sigla catálogo Denominación

Materiales Edad

Estructura Tectónica

Buzamiento Interés

Observaciones geológicas

2.2.2. Geomorfología.

La Geomorfología estudia las formas de la tierra. Su análisis es fundamental para definir una cavidad y su contenido. Formas de erosión, depósitos sedimentarios, litoquímicos o clásticos, su abundancia y rareza serán los criterios que nos establezcan el valor de este apartado.

En el caso del medio subterráneo, tenemos 4 aspectos que valorar a la hora del tratamiento medio - ambiental:

- a- Paisaje interno
- b- Aspectos de su formación
- c- Evolución y maduración
- d- Información de las condiciones ambientales de su desarrollo

Variables consideradas:

Accesos:

- 20- Genesis. Juntas de estratificación- fallas- diaclasas- hundimiento
- 21- Galerías y salas- Formas- dimensiones- longitud- activa -fósil
- 22- Depósitos- Clásticos- detriticos quimiolitogénicos
- 23- Formas. (cúpulas de disolución, microcorrosión, acanaladuras, canales de bóveda, marmitas de gigante, pendats,...)

Dependiendo de la rareza, los depósitos y dimensiones de una cavidad puede tener mayor o menor valor medio ambiental. En el caso de la media montaña vasca, se ha podido comprobar

² que en época glaciario, el karst estuvo colapsado por brechas calcáreas. Testigos de esas épocas frías se han encontrado en el interior de algunas cavidades, cuyos restos sedimentarios, debido a su rareza, tienen un gran valor documental.

GEOMORFOLOGIA

sigla catálogo
Denominación

Clásticos

Detriticos

Quimiolit.

Valoración

Valor salas y galerías

Génesis
Galerías y Salas

Características
Dimensiones

Depósitos
Longitudes

Detriticos
Formas

Clásticos

Quimiolit.

Observaciones

VALORACION DE DATOS

² Felix Ugarte. Recherches géomorphologiques dans le karst d' Aralar mendi (Gipuzkoa - Navarra Pays Basque) Thèse 3ème cycle Université d' Aix- Marseille II. 1985

2.2.3. Hidrogeología.

Este apartado contempla el estudio de las aguas subterráneas y uno de los apartados más importantes de la valoración del medio físico.

Las superficies de roca caliza fisurada, alberga en su interior acuíferos cuya importancia dependerá del área de la cuenca de recepción, de la kartsificación del macizo y la potencia y extensión de su afloramiento. Los acuíferos en este tipo de rocas, forman redes internas (ríos subterráneos) asociadas a zonas de infiltración directas (sumideros) o difusas (campos de lapiaz-dolinas) que aportan recursos hídricos y cuyos puntos de emisión son los manantiales y surgencias.

Todas las cavidades están integradas en una subunidad hidrogeológica y por lo tanto son sensibles a cualquier impacto ambiental. La importancia hidrogeológica de una cavidad, dependerá de la magnitud de la zona de

influencia y de los recursos hídricos que contiene. Es decir, una cueva será especialmente sensible a cualquier actuación, si tiene todos los elementos hídricos que definen un sistema hidrogeológico, como son los sumideros, lagos, goteos, ríos subterráneos y manantiales y disminuirá su importancia en este factor, conforme carezca de esos elementos.

VARIABLES CONSIDERADAS:

- 24- Cuenca hidrográfica.
- 25- Cuenca Hidrogeológica
- 26- Subunidad hidrogeológica
- 27- Surgencia principal del sistema
- 28- Superficie del acuífero
- 29- Superficie afectada
- 30- Red hídrica. Sumidero- surgencia- río subterráneo- lagos- goteos- galerías sifonadas.

[VOLVER](#)

HIDROLOGIA

Km² %

VALORACION DE DATOS

[BUSCAR](#)

2.2.4. Paisaje Interno.

El paisaje es un criterio subjetivo cuyo valor está en función de la calidad visual y del contenido de las cavidades. Generalmente el valor del paisaje está asociado al volumen de las salas y al desarrollo de las formaciones de reconstrucción (formaciones litoquímicas)

VARIABLES A CONSIDERAR:

- 31- Dimensiones de salas y galerías
- 32- Formaciones estalagmíticas. Abundancia-cromatismos
- 33- Ríos subterráneos- Lagos
- 34- Acceso exterior -Forma y dimensiones.

BIOLOGIA

sigla catálogo
Denominación

Existencia datos bibliográficos
Estudio de fauna

Quiropteros: Presencia
Refugio

Nº Observados 1
Nº Observados 2

Especies observadas

Invertebrados: Capturas
Diversidad

Endemismo
Diversidad habitat

Especies

Observaciones biológicas

VALORACIÓN BIOLÓGICA

2.4. Recursos culturales. Medio Humano.

2.4.1. Arqueología- Paleontología.

Es de sobra conocido que el hombre ha utilizado las cuevas como habitación, refugio, celebración de sus ritos y como enterramiento. Es frecuente encontrar también restos óseos de diversas especies de animales. Por otra parte, existe una legislación que regula las intervenciones arqueológicas, por lo que al respecto solamente indicaremos la existencia o no de yacimiento arqueológico o paleontológico.

- 43- Yacimiento arqueológicos
- 44- Arte rupestre
- 45- Yacimiento paleontológico
- 46- Restos de construcciones con características histórico- artísticas.
- 47- Cueva no catalogada, con potencial arqueológico (orientación, dimensiones entrada, ubicación)

VARIABLES consideradas:

Información adicional: tipología del yacimiento.

ARQUEOLOGIA

sigla catálogo
Denominación

Secuencia cultural
Yacimientos

Restos obtenidos por:
Arte rupestre

Restos arqueológicos

Observaciones arqueológicas

VALORACION ARQUEOLÓGICA

PALEONTOLOGIA

sigla catálogo
Denominación

Yacimientos catalogados
Restos paleontológicos

Restos obtenidos por:
Conservación

Restos más importantes

Observaciones paleontológicas

VALORACION PALEONTOLOGICA

2.4.2. Etnografía

Las cavidades han estado muy presentes en la mentalidad tradicional del hombre y han sido fuente de mitos y leyendas. También han sido utilizadas en las actividades económicas tradicionales como agricultura, ganadería, carboneo, etc.

- 48- Actividades económicas: Agricultura- ganadería- carboneo- minería- calzadas- otros.
- 49- Uso religioso: Ermitas- Cultos- curaciones- otros
- 50- Mitología: Residencia de dioses- genios- gentiles- brujas- otros.

VARIABLES a considerar:

ETNOGRAFIA

VOLVER

BUSCAR

VALORACIÓN ETNOGRÁFICA

sigla catálogo Denominación

Actividades económicas Referencias

Uso religioso

Mitología Vías de comunicación

Uso militar

Leyendas

Observaciones etnográficas

3. Proceso de trabajo y ámbito de actuación..

Para la valoración de cada cavidad se han considerado 50 variables, que han sido analizadas estadísticamente para determinar las que nos servirán para definir la tipología de cavidades.

Para el análisis estadístico y determinar las variables definitorias, realizamos un ensayo con 35 cavidades de diferentes características, (longitud y contenidos) ubicadas en los diferentes macizos karsticos que componen los denominados Montes Vascos.

Este ámbito territorial (los montes Vascos), presenta aspectos morfológicos comunes³ con relieves de cabecera correspondientes a un geosistema de montaña media (Montes vascos 1500 m) y escasa masividad de las morfoestructuras (inferior a 500 km²) con neta discontinuidad del relieve y una situación de proximidad al litoral. El espacio analizado, continente de las cavidades muestreadas, se encuentra delimitado al Oeste por la Cordillera Cantábrica, al Este por la Pirenaica, al Sur por la Depresión del Ebro y al Norte por el mar Cantábrico. En los citados Montes Vascos existen importantes macizos karsticos como Aralar, Aizkorri, Gorbeia, Salvada, con complejos espeleológicos de considerable desarrollo (SI 44 Salvada 45000 m.) y moderada profundidad (AR1 Aralar -586 m), y unos recursos espeleológicos estimados en unas 4000 cavidades inventariadas por los diferentes equipos de espeleología actuantes en este territorio.

El objetivo del análisis estadístico era la agrupación de las cavidades en conjuntos de tipología similar, que nos determinaría su valor en función del contenido específico de cada agrupación. Partimos de 35 cavidades caracterizadas por las variables referidas.

Las variables analizadas son de dos tipos: Cualitativas y cuantitativas. Las primeras valoran la magnitud de la

variable de 0 a 4 y son variables discontinuas. Las variables cuantitativas, responden al valor de una medición y se tratan de variables continuas.

A la vista de la relación que se suponía existía entre las diferentes variables, se realizó un primer análisis al objeto de eliminar aquellas cuya información venía contenida en otra variable. Se utilizó para ello como herramienta de análisis de correlación para datos no paramétricos, concretamente la correlación de Spearman. Aquellas variables que presentaban entre sí un índice de correlación elevado, eran eliminadas de los análisis subsiguientes. De esta manera de las 50 variables iniciales se seleccionaron 2 grupos de 23 y 11 variables respectivamente. Las del segundo grupo, lógicamente, presentan menor afinidad entre ellas o son mas independientes entre si que las del primer grupo.

Realizada la selección de variables, se han ensayado dos métodos para obtener las agrupaciones. Índice de afinidad de Sorensen. y análisis de componentes principales o análisis factorial.

El primero se basa en la afinidad que presentan las cavidades según el numero de variables o características comunes que comparten y responde a la fórmula :

$$A = 2C/a+b$$

Siendo A= afinidad
 C= nº de variables con caracteres comunes
 A y b nº de variables de ambas cavidades.

El valor 1 indica una similitud total, mientras que el valor 0 es propio de grupos independientes. Este índice se ha calculado para los grupos de 11 y 23 variables entre todos los pares de cavidades y el resultado es una semimatriz de afinidades que ha permitido construir un dendograma que agrupa aquellas cavidades que presentan un valor del índice similar desde el grupo o grupos mas fuertemente unidos a los valores mas alejados.

³ Félix Ugarte. Montes Vasco Cantábricos. Geomorfología de España 1994

A partir de los resultados de los dendrogramas de afinidades, al no presentar agrupaciones convincentes, se ha procedido a una nueva revisión de las variables y en consecuencia, a nuevos análisis, unos volviendo a aplicar el índice de afinidad y otros el análisis vectorial.

Las variables ahora utilizadas han sido transformadas, algunas en continuas y otras se han mantenido o se han eliminado. Parte de las que han sido eliminadas han sido las variables con relación con el medio biológico y humano, por no guardar relación estricta con una relación de cavidades de tipo físico, y que deben ser consideradas en otro tipo de clasificación que, a partir de grupos de cavidades con unas características determinadas, introduzca nuevas variables de ese tipo como nuevos

critérios para subdividir las categorías y obtener nuevos grupos.

Las variables objeto de análisis, todas ellas relacionadas estrictamente con el medio físico son 7:

- 1- Desarrollo
- 2- Desnivel total
- 3- Dimensiones de la entrada
- 4- Hidrogeología. Superficie afectada
- 5- Hidrogeología. Red hídrica interna
- 6- Geomorfología. salas y galerías
- 7- Geomorfología: depósitos y formaciones estalagmíticas.

TABLA DE AFINIDADES		7 VARIABLES																																				
CUEVAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
1																																						
2	14																																					
3	14	14																																				
4	43	14	14																																			
5	71	14	14	71																																		
6	43	14	29	29	14																																	
7	43	14	14	71	71	43																																
8	57	29	57	14	29	57	29																															
9	14	14	71	0	0	29	0	57																														
10	14	0	43	29	14	71	43	29	14																													
11	29	43	71	26	29	43	29	71	43	43																												
12	29	29	14	71	57	14	43	14	0	14	29																											
13	14	29	57	0	0	43	0	57	43	43	57	0																										
14	43	43	43	43	43	43	57	43	14	43	71	29	29																									
15	29	0	71	0	0	43	0	57	71	29	43	14	43	14																								
16	14	0	57	29	29	0	29	14	57	14	29	29	14	29	57																							
17	29	14	57	43	29	43	29	57	29	43	71	57	43	43	57	43																						
18	14	14	100	14	14	29	14	57	71	43	71	14	57	43	71	57	57																					
19	14	14	29	57	29	57	57	29	29	57	43	43	14	43	14	29	57	29																				
20	0	14	57	14	14	14	14	43	57	43	71	14	43	43	29	43	43	57	43																			
21	57	14	0	29	57	0	29	14	0	0	14	0	14	0	14	0	14	0	0	0																		
22	0	29	29	29	29	0	29	14	14	29	43	57	14	29	29	43	43	29	14	57	0																	
23	0	14	86	14	14	14	14	43	86	29	57	14	43	29	57	71	43	86	43	71	0	29																
24	29	14	57	14	14	14	14	43	86	0	29	0	29	29	57	71	14	57	14	43	14	14	71															
25	14	0	14	57	43	14	57	0	0	43	14	57	0	43	14	43	43	14	43	29	14	57	14	14														
26	29	0	57	0	14	29	0	43	86	14	29	0	29	0	71	57	29	57	29	43	14	14	71	71	0													
27	43	43	14	57	57	14	29	14	0	14	29	71	0	29	0	14	43	14	43	14	43	29	14	0	29	14												
28	29	29	29	71	57	29	71	29	14	29	43	57	14	71	0	29	43	29	57	29	14	29	29	71	0	43												
29	29	0	71	14	0	57	14	57	71	43	43	0	43	14	86	43	43	71	29	29	0	14	57	57	0	71	0	0										
30	14	14	29	29	43	29	43	14	14	57	43	29	14	43	14	14	29	29	43	57	14	57	29	0	57	29	29	43	14									
31	29	57	29	57	57	14	43	29	14	14	57	71	14	57	0	14	29	29	29	43	14	57	29	14	29	0	57	57	0	43								
32	14	14	71	0	0	29	0	57	100	14	43	0	43	14	71	57	29	71	29	57	0	14	86	86	0	86	0	14	71	14	43							
33	29	0	86	14	29	29	14	43	57	43	57	14	43	29	71	57	57	86	29	43	14	29	71	43	14	71	29	14	71	43	57	43						
34	14	14	57	43	43	14	57	14	43	29	29	29	14	57	29	57	14	57	29	29	14	29	57	57	57	29	14	71	29	43	100	43	57					
35	14	14	71	0	0	29	0	57	100	14	43	0	43	14	71	57	29	71	29	57	0	14	86	86	0	86	0	14	71	14	14	43	14					

(figura dendograma de 7 variables)

El análisis de componentes principales se ha realizado para las 35 cavidades y con las mismas 7 variables continuas que en el caso del análisis anterior.

Se ha realizado mediante el programa STRATIGRAPHICS y el resultado nos determinará la composición de las componentes principales y su

importancia en la diferenciación de los grupos, así como la agrupación de cavidades.

De los siete componentes principales, el primero nos explica el 51% de la varianza, con el segundo se alcanza el 66% y con el tercero el 80% (Tabla1), valores de explicación muy elevados tanto para el primero como para los siguientes casos.

VARIABLES	Commality	Factor	Eigenvalue	% Varianza	Varianza acumulada
LONGITUD	0,62192	1	3,56627	50,9	50,9
DESARROLLO	0,5287	2	1,0677	13,1	66,2
ENTRADA	0,13033	3	0,96728	13,8	80
SUPERFICIE	0,70518	4	0,75709	10,8	90,8
RED	0,79571	5	0,29422	4,2	95
GALERIAS	0,70396	6	0,21704	3,1	98,1
DEPOSITOS	0,39763	7	0,13051	1,9	100
Tabla 1					
VARIABLES		Factor 4		Factor 2	
LONGITUD		0,7078		-0,37166	
DESARROLLO		0,7039		-0,19883	
ENTRADA		0,2609		-0,49218	
SUPERFICIE		0,6635		-0,65659	
RED		0,8531		-0,40584	
GALERIAS		0,8831		-0,09153	
DEPOSITOS		0,6343		-0,2088	
Tabla 2					

En la tabla II podemos comprobar la contribución de cada variable para dos primeros factores, indicada mediante el índice de correlación correspondiente.

Señalar que en el caso del segundo factor la superficie y la red de drenaje discriminan positivamente respecto al resto de las variables, que lo hacen negativamente. La representación gráfica de estos resultados y la situación de cada una de las cavidades la tenemos en las figuras 1 y 2

Resultado de este análisis, se obtienen 6 grupos de cavidades, cada uno definido por unas características propias. Un gran grupo estaría marcado por las cavidades mas completas, es decir con funcionamiento hidrogeológico, valores geomorfológicos y desarrollo elevado a muy elevado. Desde el punto de vista del medio físico, estas cavidades tendrían un valor elevado.

El segundo grupo estaría definido por un considerable desarrollo, pero de características hidrogeológicas

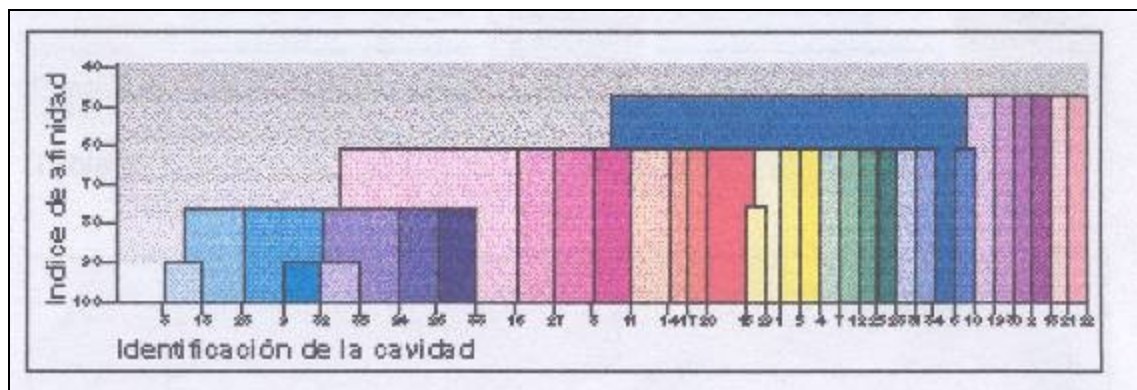
incompletas, aunque con valores geomorfológicos elevados.

La tercera agrupación afecta a las cavidades de desarrollo medio pero con sistemas hidrogeológicos completos y valores geomorfológicos medios.

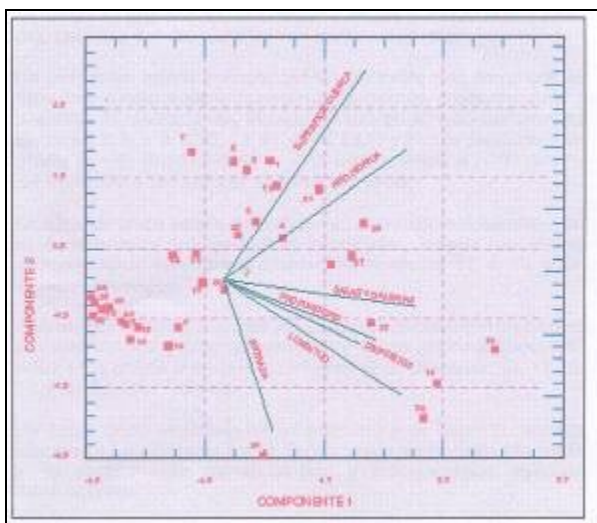
El cuarto grupo, ya alejado de los anteriores, de menor importancia, integraría a las cavidades de desarrollo medio y escaso valor geomorfológico e hidrogeológico.

El quinto grupo lo formarían las cavidades de escaso desarrollo y poco interés geomorfológico e hidrogeológico.

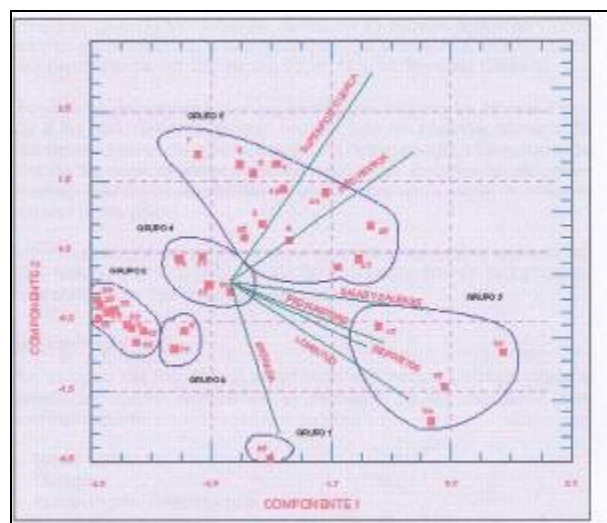
Por último una cavidad aparece aislada del conjunto. La que atiende a las características de una gran entrada pero con ausencia del resto de valores. En este grupo entrarían las cavidades que tienen un valor alto en una de sus variables y nulo o escaso en el resto.



Dendrograma 7 variables



Agrupación de cavidades



3.1. Conclusiones a este apartado.

En el curso del tratamiento estadístico, nos hemos visto obligados a diferenciar cuatro campos en la definición de cavidades, que corresponderían.

- a- Medio Físico
- b- Biología
- c- Arqueología- Paleontología
- d- Etnografía

Se ha llegado a esta conclusión después de comprobar que el análisis combinado de todos los factores desvirtuaba las asociaciones entre las variables e impedía la correcta agrupación.

Por otra parte, la ausencia de información en el campo de la biología, perturbaba la valoración de aquellas cavidades que aún teniendo potencialmente una gran riqueza biológica, ésta aparecía como inexistente por ausencia de datos, y además la incorporación de nuevos datos a las cavidades ya inventariadas obligaría a un nuevo tratamiento estadístico del conjunto.

Solamente se puede solucionar este aspecto con una investigación biológica de todas las cavidades inventariadas, lo que se considera impensable actualmente.

En los aspectos relacionados con el Patrimonio Cultural (Arqueología- Paleontología), la legislación vigente obliga a un comportamiento específico para cada caso, por lo que la existencia o no de restos arqueológicos será suficiente para definir la cavidad. El valor de los restos arqueológicos o paleontológicos y establecer su grado de protección, corresponde a los Instituciones competentes (Gobierno Vasco, Gobierno de Navarra,...) que determinará la actuación debida y valorará cuál puede ser objeto de actuación de urgencia o excluida de toda intervención.

Por último, los valores etnográficos, también se mostraban independientes del resto de los grupos indicados. Cuevas de alto valor etnográfico, pueden estar carentes de valores arqueológicos, biológicos y físicos, por lo que tendremos que valorar aparte también este aspecto

También hay que indicar, que la valoración está directamente relacionada con los recursos espeleológicos de los territorios analizados. Lo aquí expuesto puede servir para el ámbito indicado de los Montes Vascos, pero en otros territorios es necesario realizar una agrupación propia para definir sus recursos estando en función de la riqueza, cantidad, tipo, características y diversidad de sus cavidades.

4. MODELO DE IDENTIFICACION DE CAVIDADES. CODIFICACION.

Por lo indicado anteriormente la propuesta de codificación está definida por 4 dígitos, proporcionando una interpretación de sus valores y la importancia de cada uno de ellos.

4.1 DEFINICION MEDIO FISICO.

El primero de los dígitos nos indican las características físicas de la cavidad, de acuerdo con el grupo que le corresponda después de realizar el tratamiento estadístico.

Con las 35 cavidades muestreadas y analizadas, se han determinado 6 grupos que en orden de importancia quedarían definidos de la siguiente manera.

- 1- Cavidades con algún valor notable y bajo en el resto de las variables.
- 2- Cavidades de valor bajo. Dimensiones reducidas y carentes de valores geomorfológicos e hidrogeológicos apreciables.
- 3- Cavidades de valor medio-bajo Dimensiones reducidas pero con algún valor hidrogeológico o geomorfológico.
- 4- Cavidades de valor medio. Dimensiones medias, y con valores geomorfológicos y (o) hidrogeológicos medios.
- 5- Cavidades de valor medio - alto. Aspectos destacados en dimensiones y valores geomorfológicos o hidrogeológicos altos.
- 6- Cavidades de alto valor. Aspectos notables en cuanto a dimensiones, geomorfología e hidrogeología.

4.2.BIOLOGIA.

Definiría las características biológicas de la cavidad con el siguiente código.

- 0- Ausencia de calificación. La cavidad no está estudiada.
- 1- Valor bajo. Estudiada , pero sin interés faunístico reseñable.
- 2- Valor medio. Endemismo de zona. Presencia de quirópteros.
- 3- Valor alto. Endemismo de cavidad. Colonias de quirópteros.

Para una correcta definición biológica de las cavidades , sería necesario acometer una sistemática investigación y contar con la colaboración de las entidades que están investigando estos campos.

4.3.PATRIMONIO ARQUEOLOGICO-PALEONTOLOGICO.

Esta numeración nos indica si la cavidad contiene yacimiento arqueológico catalogado o cualquier otro elemento inventariado como de interés histórico – artístico.

La clasificación en importancia del yacimiento dependerá en la mayor parte de los casos, de los resultados de una excavación arqueológica, la existencia de arte rupestre, o la tipología del yacimiento. En todo caso la actuación y salvaguarda del yacimiento dependerá de las instituciones competentes. En el caso del País Vasco, del Gobierno Vasco, Gobierno de Navarra o Instituciones Francesas.

En la codificación se propone indicar únicamente dos valores.

- 0- Sin yacimiento arqueológico catalogado o carente de bienes histórico – artísticos catalogados.
- 1- Con yacimiento arqueológico catalogado o presencia de bienes histórico artísticos inventariados.

Este dígito indicará el interés etnográfico de la cavidad, la presencia en ellas de antiguas actividades socioeconómicas, referencias a mitos, leyendas o simbología religiosa.

La valoración se realizaría en función de la importancia etnográfica de la cavidad:

- 0- Sin elementos ni referencias etnográficas.
- 1- Construcciones agropecuarias, carboneo. Valor bajo.
- 2- Presencia de leyendas. Brujería, gentiles. Valor medio.
- 3- Presencia de mitos destacados, dioses, construcciones y costumbres religiosas, Tradiciones curativas. Valor alto.

4.4. INTERES ETNOGRAFICO.

4.5. Resumen a este apartado.

La principal conclusión que podemos extraer de este estudio, es la imposibilidad de realizar una evaluación automática de cada cavidad en las que estén integrados todas las variables, tanto físicas como biológicas, arqueológicas y etnográficas.

Las cuevas de alto valor arqueológico o etnográfico, pero de bajo valor físico o biológico, distorsionaban la valoración, impidiendo formar grupos que tuvieran sentido desde el punto de vista medio – ambiental.

La ausencia de estudios faunísticos de las distintas cavidades es otro efecto distorsionador, lo que nos obligó a codificar independientemente cada campo de información.

Por otra parte, en el campo del medio físico, comprobamos después del tratamiento estadístico, que eran 7 las variables que definían una cavidad y sobre las cuales se podían formar grupos con características propias que posteriormente nos posibilitaran a adjudicarles los diferentes rangos de vulnerabilidad a las actuaciones humanas.

Es por ello que establecemos un código de 4 dígitos para definir cada cavidad. Esta codificación es un primer dato que nos orienta sobre su vulnerabilidad, e debe ir acompañada por la ficha – encuesta presentada, donde se amplía la información y sirve como base de datos.

Ejemplo 1 de codificación:

Medio físico Rango de 0 a 6	Medio biológico Rango de 0 a 3	Arqueología- paleontología Rango 0-1	Etnografía Rango 0 a 3
6	3	1	3

Codificación de una cavidad. Este código representaría:

- Medio físico = 6 (cavidad de desarrollo importante con contenidos geomorfológico e hidrogeológico de valor alto)

- Medio biológico = 3 (cueva con presencia de fauna endémica, o colonias de quirópteros).-
- Arqueología – Paleontología = 1 (cueva catalogada de interés arqueológico o paleontológico).
- Etnografía= 3 (cueva con un mito importante, uso religioso, tradiciones curativas)

Ejemplo 2 de codificación:

Medio físico Rango de 0 a 6	Medio biológico Rango de 0 a 3	Arqueología- paleontología Rango 0-1	Etnografía Rango 0 a 3
2	0	0	1

Codificación de una cavidad. Este código representaría:

- Medio físico = 2 (cavidad de desarrollo reducido con contenidos geomorfológico e hidrogeológico de valor bajo).
- Medio biológico = 0 (cueva no estudiada).
- Arqueología – Paleontología = 0 (cueva sin restos arqueológicos o paleontológicos catalogados).
- Etnografía = 1 (cueva con restos de actividades económicas tradicionales)

5. Conclusiones.

El mundo subterráneo es un espacio frágil y sensible a las actuaciones humanas, y cualquier alteración de su entorno va a influir en su medio. También es un medio diverso, con cavidades de diferente valor ambiental, por lo que tenemos que definir las y homologarlas a las consideraciones de análisis del territorio en superficie.

El trabajo de valoración requiere una toma de datos sistemática y ordenada, y un tratamiento estadístico de la información en función del Territorio analizado para alcanzar el modelo que se adapte a los recursos físico, biológicos y culturales de su medio subterráneo.

La aplicación de una metodología de análisis medio ambiental, puede servir también para que las instituciones y organismos de ordenación territorial, consideren en todo su valor los espacios subterráneos y se equipare en información a los espacios exteriores.

Bibliografía.

- Aguilo Miguel, et all. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Dominguez Hilario. Curso sobre evaluaciones de impacto ambiental. Dirección General del Medio Ambiente .Madrid 1984.
- Ugalde, Tx. Estudio sobre valoración del Patrimonio Subterráneo. Informe para Consejería de Medio Ambiente. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz 1997.
- Ugalde, Tx. Guía medio ambiental del medio subterráneo. Informe para Desarrollo Sostenible. Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia- San Sebastián 2004.
- Ugarte ,F.M. Recherches géomorphologiques dans le karst d’Aralar-mendi (Guipuzcoa-Navarra, Pays Basque),Thèse 3 èmè cycle Université d’Aix-Marseille II. 2t- 420p .1985.
- Ugarte ,F.M. Montes vasco cantábricos. Geomorfología de España. Pag. 227 a 240. Madrid 1994