

PORTADA RESUMEN



DIQUE DE ROCAS ULTRAPOTÁSICAS DE PUEBLA DE MULA

Número y Nombre	LIGMU-31 Dique de rocas ultrapotásicas de Mula
Coordenadas	637,224 - 4.209.702
Municipio y superficie	Mula. 4,5 hectáreas
Interés geológico principal	Petrológico-geoquímico, mineralógico. Dique volcánico de rocas lamproíticas de tipo fortunitas de casi un kilómetro. Descrito por primera vez por San Miguel y De Pedro (1954) y Almela y Ríos (1955). Presenta una excelente exposición de las rocas volcánicas y de la aureola de metamorfismo. Contiene una paragénesis mineral muy específica, entre la que destacan los grandes fenocristales de flogopita, que permite explicar el contexto geodinámico anómalo de las rocas volcánicas del sureste español. Adán de Yarza describió en el municipio de Fortuna estas rocas por primera vez en 1895 con el nombre de fortunitas.
Interés geológico secundario	Estratigráfico, geomorfológico e historia de la geología.
Interés por su influencia	Internacional.
Incluido en catálogos	Incluido en el inventario de LIG de la Región de Murcia, Arana <i>et al</i> , 1999.
Capacidad de uso	Científico (10), didáctico (10), turístico (7).
Unidad Geológica más representativa. Ley 42/2007: Anexo VIII-I	4. Sistemas volcánicos.
Contexto geológico de España de relevancia mundial. Ley 42/2007: Anexo VIII-II	14. Vulcanismo neógeno y cuaternario de la Península Ibérica. Se recomienda incluir este LIG como representante de este contexto geológico.
Estado de conservación	Favorable con alteraciones.
Susceptibilidad a la degradación	Baja: Litologías resistentes o muy resistentes, pero con elevada fracturación y/o meteorización. Rocas volcánicas y corneanas muy fracturadas. Debido a ello, en la pared vertical del pozo que hay en el cerro del sur, la corneana ésta muy fracturada y expuesta, lo que está provocando su derrumbe. Amenaza de ser destruido por la expansión de cultivos y canteras. Coleccionismo.
Actividades incompatibles	Canteras, forestación, cultivos, infraestructuras, coleccionismo, vertidos.
Prioridad de protección	Alta: Medidas de geoconservación urgentes.

1. DATOS GENERALES

1.1. Identificación

- ✚ **Código/Número del LIG:** LIGMU-31.
- ✚ **Denominación:** Dique de rocas ultrapotásicas de Mula.
- ✚ **Autor o autores de la propuesta:** Francisco Guillén Mondéjar, Univ. de Murcia.
- ✚ **Confidencialidad (Público o Restringido):** Público.

1.2. Breve descripción

Se trata de un excelente dique volcánico de rocas lamproíticas de tipo fortunitas de casi un kilómetro de longitud. Fue descrito por primera vez por San Miguel y De Pedro (1954) y Almela y Ríos (1955). Presenta una excelente exposición de las rocas volcánicas y de la aureola de metamorfismo. Contiene una paragénesis mineral muy específica, entre la que destacan los grandes fenocristales de flogopita, que permite explicar el contexto geodinámico anómalo de las rocas volcánicas del sureste español.

2. INTERÉS PATRIMONIAL

2.1. Interés por su contenido geológico

- ✚ Petrológico-Geoquímico: Principal.
 - ✚ Mineralógico: Principal.
 - ✚ Historia de la Geología: Secundario.
 - ✚ Estratigráfico: Secundario.
 - ✚ Geomorfológico: Secundario.
- Ver justificación en el apartado 4.2.

2.2. Interés geológico por su influencia (Local, Comarcal, Regional, Nacional, Internacional)

Interés geológico internacional.

Carácter de la localidad tipo:

Las fortunitas son rocas muy raras en el mundo y este es uno de sus yacimientos. En el municipio murciano de Fortuna se acuñó el nombre de Fortunita, por Adán de Yarza en 1895, y todavía hoy día se sigue utilizando.

Representatividad:

Mejor ejemplo del dominio geológico considerado para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso geológico.

El interés geológico es tal que la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE 299 del 14-12-2007) incluye en su Anexo VIII-II las asociaciones volcánicas ultrapotásicas neógenas del sureste de España como contextos geológicos de España de relevancia mundial. Este contexto geológico de relevancia internacional fue ampliado a todo el volcanismo neógeno y cuaternario de la Península Ibérica en la Ley 33/2015 de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

En la actualidad, los Cabecicos Negros de Fortuna están incluidos como Lugar de importancia internacional (VU003), pero según nuestra opinión deberían unirse también todos los afloramientos de estas rocas del Sureste español, incluido el dique de Mula, porque complementan toda esta localidad tipo volcánica.

Por supuesto debe incluirse en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico, en proceso de elaboración.

Rareza:

Uno de los pocos ejemplos conocidos a nivel nacional o internacional.

Los afloramientos de rocas lamproíticas aparecen en la Región de Murcia principalmente, y en Vera (Almería) y en Canarix (Albacete). Son muy escasos en el planeta Tierra.

Espectacularidad o belleza:

Consideramos que el dique de Mula es espectacular, porque se observa perfectamente tanto la roca volcánica como su aureola de contacto. Además, existen rocas con texturas muy peculiares, así como con grandes cristales de flogopita.

Elementos del patrimonio geológico mueble del LIG en museos o centros de investigación:

Sin duda debe haber rocas de estos yacimientos en centros de investigación geológica de todo el mundo por la rareza de estas rocas. En concreto están en el Museo de Rocas al aire libre “Rafael Arana Castillo” situado en el campus de Espinardo de la Universidad de Murcia.

Incluido en catálogos o inventarios de Lugares de Interés Geológico:

Arana *et al.* (1999) en su libro Patrimonio Geológico de la Región de Murcia, describen explícitamente este LIG (páginas 161-163), este afloramiento, con el nombre de Fortunitas de Puebla de Mula.

Incluido en el primer inventario de Lugares de Interés Geológico de la Región de Murcia, 1999.

http://www.murcianatural.carm.es/web/guest/lugares-de-interes-geologico2/-/journal_content/56_INSTANCE_J9Ko/14/82191

Incluido en su totalidad o parcialmente en catálogos o inventarios de Lugares de Interés por sus Conocimientos y Usos Tradicionales de la Geodiversidad:

No.

2.3. Grado de conocimiento científico que avala su interés

El afloramiento de fortunitas fue descrito por primera vez por San Miguel y De Pedro (1954) aportando numerosos datos sobre su quimismo, mineralogía y petrogénesis. Posteriormente, Almela y Ríos (1955) recogen la presencia de estas rocas en la cartografía geológica a escala 1:50.000 de la hoja de Mula e indican que el dique encontrado por ellos ha levantado las margas miocenas hasta 75°. Fúster *et al.* (1967) describen las principales características de este afloramiento en un estudio general sobre las rocas lamproíticas de Murcia. Asimismo, López Ruiz y Rodríguez Badiola (1980, 1985) ofrecen datos complementarios sobre estas fortunitas en un trabajo global sobre el volcanismo del sureste peninsular. Ver bibliografía.

La primera vez que se destaca su patrimonio geológico y su necesidad de conservación del dique de Fortunitas de Mula fue en 1999, cuando Arana Castillo *et al.* lo incluyen en el libro Patrimonio Geológico de la Región de Murcia.

2.4. Interés por su utilización (capacidad de uso) (valores 0 a 10):

✚ **Científico:** 10

✚ **Didáctico:** 10

✚ **Turístico/Recreativo:** 7

El interés científico se justifica en el apartado 4.2. Por su facilidad de acceso, por su buena exposición, por estar muy cerca al paraje turístico de los Baños de Mula, por el rico patrimonio histórico y natural del entorno.

✚ **Condiciones de observación:**

Perfectamente observable en su integridad con facilidad

Al dique es muy fácil llegar por un camino de unos 700 metros que parte de la carretera C-2.

✚ **Capacidad actual de visitas al LIG:**

- **Tipo de acceso:** Por carretera, los últimos 700 m por un camino, que se puede hacer en coche.
- **Dificultad del itinerario:** Baja.
- **Accesos adaptados a discapacitados:** No.
- **Capacidad de aparcamiento:** Junto a la carretera puede aparcar un autobús; se puede dejar algún coche en el dique.
- **Zonas complementarias:** No hay.
- **Limitaciones de uso:** No hay, salvo en el pozo donde, en las condiciones actuales, hay que llevar mucha precaución con los visitantes por el riesgo de caídas. Las visitas se deben hacer con el máximo respeto a la propiedad privada del entorno y a sus cultivos.
- **Alojamientos y restaurantes:** Existen varios en los Baños de Mula y el pueblo de Mula con bastante capacidad en total.
- **Puntos de información turística:** Existe una Oficina Municipal de Turismo en el casco urbano de Mula.
- **Museos y exposiciones:** No hay museos relacionados con el LIG.

2.5. Otros elementos que complementan su interés natural y cultural

2.5.1. Conocimientos y usos tradicionales de la Geodiversidad en el LIG

No hay.

2.5.2. Otros elementos geológicos o no geológicos

El dique de Mula se engloba, o está rodeado, de unos de los parajes geológicos neógenos-cuaternarios más completos de la Región de Murcia, que se describe en este informe con el nombre de “Geodiversidad de los Baños de Mula”. Se ha separado de éste por la necesidad urgente de su protección. Además, el patrimonio histórico del entorno es sublime, con el castillo árabe de Alcalá, el yacimiento romano romano-visigodo de la Almagra, los propios baños de Mula, etc.

2.6. Fotografías más relevantes



Foto 1. Detalle de la pared del pozo que hay en el cerro más al sur del dique. Se observa muy bien la aureola de metamorfismo y la roca volcánica.



Foto 2. Panorámica del dique de fortunitas de Mula. En primer plano el cerro donde mejor se observa la aureola de metamorfismo. Al fondo, el cerro coronado por travertinos.



Foto 3. Aspecto del dique y la corneana afectando a las margas marinas del Tortoniense superior.



Foto 4. Cabezo que contiene la serie final de la cuenca cenozoica de Mula, margas marinas en la base del Tortoniense superior y travertinos pleistocenos en la parte alta. Entre estas formaciones está el dique volcánico. Este es uno de los principales sitios de este LIG.

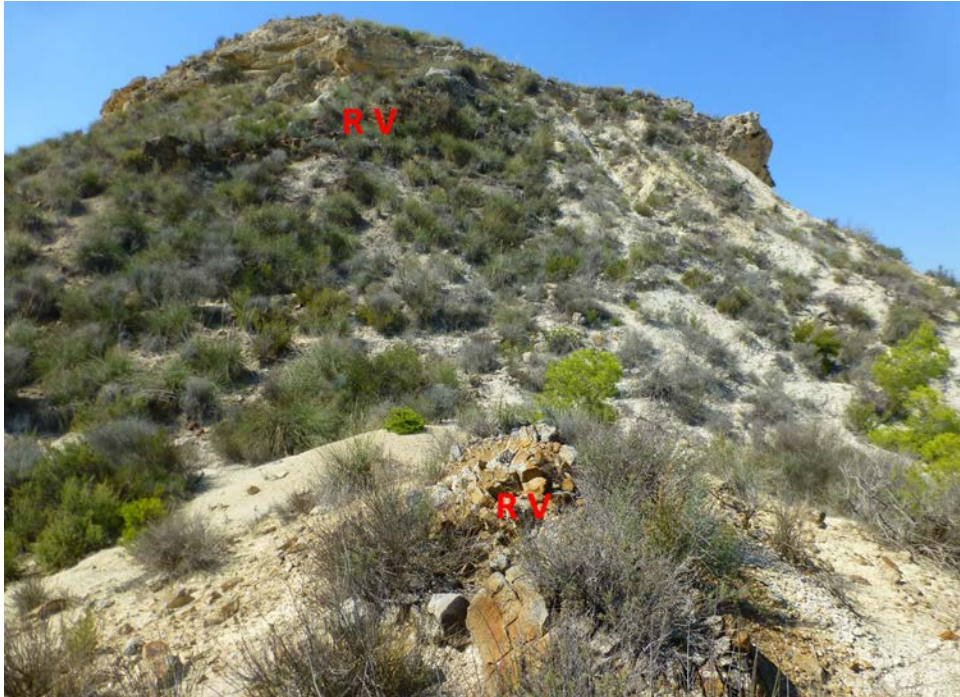


Foto 5. Afloramientos volcánicos de la ladera oriental del cabezo norte. Se observa como el dique atraviesa las margas y ha sido desplazado por fallas, y como la parte superior es discordante con la formación horizontal de travertinos.



Foto 6. Imagen de la ladera noreste del cabezo del norte, donde terminan de aflorar las rocas volcánicas.



Foto 7. El afloramiento afectado por restos de mangueras de gotero.



Foto 8. Se observa gran parte del afloramiento afectado por instalaciones de riego y plantaciones de pinos. Obsérvese que los cerros que contienen el dique están totalmente rodeados de campos de cultivo.



Foto 9. Bloque de fortunita con grandes vacuolas y cristales de flogopita.



Foto 10. La roca volcánica afectada por meteorización que le ha generado estas geoformas alveolares. Al fondo el cerro testigo del Castillo de Alcalá.



Foto 11. Detalle de la aureola de metamorfismo, la roca blanca y la roca volcánica perforada para la toma de muestras para estudios científicos.



Foto 12. Detalle del dique con un espesor de más de cuatro metros.



Foto 13. Aspecto de la vulcanita y la corneana, ambas muy fracturadas.



Foto 14. Detalle de los fósiles de vegetales de la formación palustre de travertinos del Pleistoceno que se asienta sobre las fortunitas y margas marinas.

3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y DELIMITACIÓN

3.1. Datos geográficos

- ✚ **Coordenadas UTM:** 637.224 - 4209.702
- ✚ **Altitud:** 300 m
- ✚ **Municipio:** Mula.
- ✚ **Paraje:** Puebla de Mula-La Plata.
- ✚ **Mapa topográfico 1:25.000:** 912-III (Mula).



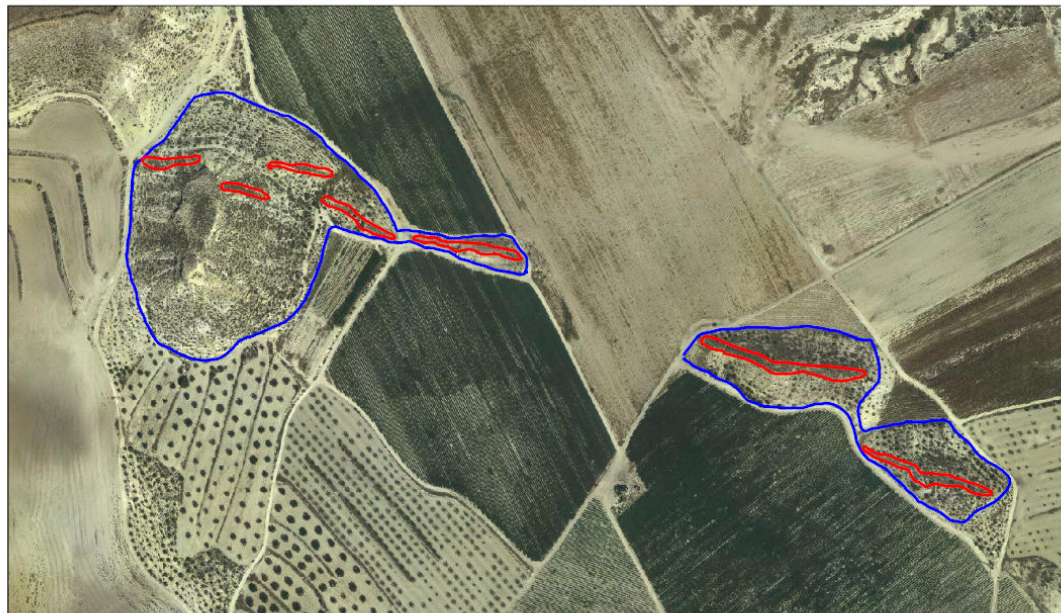
3.2. Descripción de accesos

El LIG de rocas lamproíticas de Mula se encuentra al sur de la Puebla de Mula. Tomando la carretera que va desde los Baños de Mula a la Puebla de Mula se coge la carretera C-2 en dirección Fuente Librilla. A unos 2 km hay que tomar un camino a mano derecha y a unos 700 metros se llega al dique.

3.3. Delimitación

Superficie aproximada: 4,5 hectáreas.

En rojo, los afloramientos dispersos de rocas volcánicas. En azul, el límite más amplio de conservación propuesto. Este límite abarca todos los cerros en cuyo centro están las rocas volcánicas. El cerro más grande, el situado al oeste, tiene también otros aspectos patrimoniales, como cima formada por travertinos e incluso forma parte del Lugar de Interés Geológico denominado “Geodiversidad de los Baños de Mula”, descrito en este documento.



October 19, 2018

1:3,098
0 0.03 0.05 0.1 mi
0 0.04 0.08 0.16 km

Región de Murcia
<http://geportal.mirda.es/oisma>

4. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

4.1 Contexto geológico

✚ **Contexto geológico según el anexo VIII la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y la Biodiversidad:**

I. Unidades Geológicas más representativas:

4. Sistemas volcánicos.

II. Contextos geológicos de España de relevancia mundial:

14. Vulcanismo neógeno y cuaternario de la Península Ibérica.

✚ **Unidad Geológica de la Región de Murcia (Arana *et al.* 2009):**

Sistemas volcánicos y subvolcánicos.

✚ **Edad geológica:** Mioceno superior-Plioceno. No está datado el dique.

✚ **Hoja Geológica 1: 50.000: 912-Mula.**

4.2. Descripción de la Diversidad Geológica y su Patrimonio Geológico

El dique de fortunitas de Mula, forma parte del patrimonio geológico internacional de la Región de Murcia por diversos motivos como la rareza de sus rocas, la calidad de exposición, su morfología, por sus longevos estudios, su petrología y mineralogía, etc.

1. Morfología volcánica y calidad de la exposición.

Consiste en un dique volcánico subvertical, de unos 900 m de longitud y con una dirección N 120° E y un espesor máximo de 4 m. El afloramiento es discontinuo, fragmentado en varias partes, ya que se desplaza lateralmente por un sistema de fallas de dirección aproximada N-S a N 15° E, perfectamente visibles en el terreno. La tectónica y la dureza de sus rocas han originado cinco cerros formados por las rocas volcánicas en su centro y rocas margosas y areniscosas en los laterales, del Tortoniense superior marino.

De entre estos cinco cerros destacan los dos de los extremos. El situado más al norte, el más grande, tiene las rocas volcánicas en su ladera este, las cuales aparecen como en tres lugares discontinuos y sobre ellas, discordantemente, son cubiertas por un potente estrato superior de travertinos.

El cerro más al sureste posee una calidad de exposición de las rocas volcánicas y de su aureola de contacto excepcional debido, además, porque en él se hizo un pozo donde se observa muy bien la roca volcánica y esta aureola de contacto que afecta a las margas marinas.

2. Importancia por la antigüedad de sus estudios geológicos, localidad tipo de rocas volcánicas, las Fortunitas.

El afloramiento de fortunitas de Mula fue descrito por primera vez por San Miguel y De Pedro (1954) aportando numerosos datos sobre su quimismo, mineralogía y petrogénesis. Posteriormente, Almela y Ríos (1955) recogen ya la presencia de estas rocas en la cartografía geológica a escala 1:50.000 de la hoja de Mula. Aunque las rocas fortunitas se describieron por primera vez en el municipio homónimo por Adán de Yarza, a finales del siglo XIX, en 1895. Junto a las jumillitas, cancalitas y veritas completan los nombres de municipios del sureste español que siguen siendo utilizados y citados en los ámbitos de estudio vulcanológico y petrológico, y por ello resulta de gran importancia la conservación de los afloramientos más representativos de estas rocas, tanto por su interés petrológico, como por el que conllevan en el desarrollo histórico de las Ciencias Geológicas y particularmente en el ámbito científico de la Geología de España.

3. Por la rareza de sus rocas en el planeta Tierra.

Las rocas volcánicas de Mula (Fortuna) pertenecen al conjunto de rocas poco comunes que sólo han sido descritas en puntos concretos de California, Australia occidental, Toscana (Italia) y en el sureste de España (Albacete, Almería y Murcia). Su composición química y mineralógica es tan rara que estas rocas se han clasificado con topónimos locales, dos de ellos murcianos, las fortunitas y jumillitas, y otros dos con nombres de entornos vecinos, las cancalitas (Cancarix) y veritas (Vera).

La monografía publicada en 2008, *“Contextos geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional”* es una síntesis de los trabajos dirigidos por el Instituto Geológico y Minero de España en el marco del Proyecto *Global Geosites* (inventario del patrimonio geológico de relevancia mundial) auspiciado por la UNESCO y la UIGS (Unión Internacional de Ciencias Geológicas). En ella, en su capítulo 13, Bellido Mulas y Brändle Matesanz hacen una síntesis del vulcanismo ultrapotásico neógeno español y hacen una mención explícita a seis volcanes de la región de Murcia de interés global (Jumillitas de la Mina de la Celia, Cabecicos Negros de Fortuna, Volcán del Salmerón, Cabezo Negro de Zeneta, volcán de Barqueros y Cerro Negro de Calasparra). Indican que este tipo de rocas son el resultado de manifestaciones volcánicas con escasa representación a nivel global. Su importancia geodinámica y vulcanológica reside en que su conocimiento es fundamental para el estudio de los magmas procedentes del manto terrestre. Terminan diciendo que, por su interés global, geodinámico, vulcanológico y petrológico, es de la mayor importancia el conocimiento, divulgación y conservación de los afloramientos de estas rocas, cuyos nombres con que fueron definidas, siguen siendo utilizados y citados en los ámbitos científicos internacionales. La “rareza” de estas rocas en el registro vulcanológico internacional merece promover su protección.

El interés geológico es tal que la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE 299 del 14-12-2007) tipifica en su artículo 9 la necesidad de

establecer un Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, en el que se incluyan todos los espacios y elementos de un Inventario de Lugares de Interés Geológico representativo de, al menos, las unidades y contextos geológicos recogidos en su Anexo VIII. En este anexo se incluyen los sistemas volcánicos dentro de las unidades representativas de la geodiversidad española y, en concreto, las asociaciones volcánicas ultrapotásicas neógenas del sureste de España, como contextos geológicos de España de relevancia mundial. Este contexto geológico de relevancia internacional fue ampliado a todo el volcanismo neógeno y cuaternario de la Península Ibérica en la Ley 33/2015 de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

En la actualidad los Cabecicos Negros de Fortuna están incluidos como Lugar de importancia internacional (VU003) pero, según nuestra opinión, deberían unirse también todos los afloramientos de rocas ultrapotásicas de la Región de Murcia, incluido el dique de Mula, porque complementan toda esta localidad volcánica.

4. Geoquímica, petrología y mineralogía de la roca

En general la composición mineralógica y química de las rocas ultrapotásicas hacen que estas rocas sean muy interesantes. De hecho, hay muchos trabajos científicos. Bellido Mulas resume estas características así:

“Desde el punto de vista mineralógico, las rocas lamproíticas se caracterizan por la presencia de minerales máficos potásicos y otras fases entre las que se encuentran: fenocristales de flogopita titanada pobre en Al, tetraferroflogopita titanada en la matriz, richterita potásica titanada, olivino forsterítico, clinopiroxeno diopsídico pobre en Al y Na, sanidina rica en Fe y leucita no estequiométrica rica en Fe. Minerales minoritarios o accesorios comunes en estas rocas son: priderita, wadeita, apatito, perovskita, magnesiocromita, magnesiocromita titanada, magnetita magnesífera titanada y también son bastante característicos, pero menos frecuentes, jeppeita, armalcolita, scherbakovita, ilmenita y enstatita.

Desde el punto de vista químico, las lamproitas se caracterizan por tener unas relaciones moleculares $K_2O/Na_2O > 3$, $K_2O/Al_2O_3 > 0.8$ y generalmente > 1 , $(K_2O+Na_2O)/Al_2O_3 > 1$, $FeO < 10\%$, $CaO < 10\%$, $1\% < TiO_2 < 7\%$, $Ba > 2000$ ppm y con frecuencia > 5000 ppm, $Zr > 500$ ppm, $Sr > 1000$ ppm y $La > 200$ ppm.

Con respecto a las clasificaciones y definiciones actuales de las lamproitas, Mitchell & Bergman (1991), las fortunitas se corresponden a las hyalo-lamproitas con enstatita y flogopita.”

En concreto, las rocas volcánicas del dique de Mula tienen una textura muy vítrea, algo vacuolar. Las rocas están muy alteradas, con transformación avanzada de olivino, piroxenos y feldespatos y un enriquecimiento paralelo en flogopita, que forma grandes cristales hexagonales de tonos pardos a rojizos, muy brillantes y de gran belleza.

Fúster *et al.*, (1967), hacen un análisis químico comparativo de las flogopitas de las rocas lamproíticas de Fortuna, Mula y Jumilla, que se refleja en la siguiente tabla.

Muestra	Fortuna	Mula	Jumilla
SiO ₂	42.09	41.59	38.89
TiO ₂	2.85	2.81	8.43
Al ₂ O ₃	12.20	14.00	8.20
Fe ₂ O ₃	1.45	1.51	1.24
Cr ₂ O ₃	0.79	n.d.	-
FeO	3.70	5.70	6.41
MnO	Tr.	0.08	0.03
MgO	23.73	20.59	19.31
CaO	Tr.	0.56	0.60
Na ₂ O	0.61	0.38	0.85
K ₂ O	8.91	9.36	8.75
P ₂ O ₅	-	0.17	0.15
F	2.39	2.40	n.d.
H ₂ O ⁺	1.81	1.35	n.d.
H ₂ O ⁻	-	-	1.34
Total	100.72	100.50	96.15
n.d., no determinado; Tr., trazas.			

Arana *et al.* (1999) analizan estos resultados de la siguiente manera: “como se puede apreciar en estos datos, la composición química de las flogopitas de Fortuna y de Mula es bastante próxima, con diferencias más acusadas en el contenido en hierro y magnesio, ya que existe una transición entre la flogopita ideal $[KMg_3(AlSi_3O_{10}(OH)_2)]$ y la biotita $[K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2]$. Se puede ver que las flogopitas de Mula son más aluminicas y más ricas en potasio; asimismo, la relación Mg/Fe es más alta que en las de Fortuna. La flogopita de Jumilla contiene menos sílice y alúmina y mayor proporción de hierro y titanio. Este último se puede justificar por la abundancia de inclusiones de rutilo en los cristales de flogopita. En cuanto a la sustitución K/Na es muy reducida en las tres muestras analizadas debido a su gran diferencia de tamaño”.

5. Contexto geodinámico anómalo

Todo el volcanismo mioceno del Sureste español está relacionado con la evolución del Orógeno Bético, en el que se produce un episodio de subducción de corteza oceánica que se extiende desde el Cretácico hasta el Oligoceno. Posteriormente, entre el Mioceno medio y el Mioceno superior, la Cordillera Bética es afectada por un proceso de colapso extensional durante el que se produjeron los eventos volcánicos. Nuevos datos y matices sobre la interpretación de este vulcanismo y sobre su encuadre en la evolución del Orógeno Bético y del borde oriental del Mediterráneo, pueden encontrarse en los trabajos de López Ruiz *et al.* (2002, 2004) y Duggen *et al.* (2005). Según estos autores, las rocas derivan de magmas que se generaron en la parte basal de la corteza y parte superior del manto. Pero lo que las distingue de otras zonas volcánicas del Planeta es que partieron de la fusión de un manto que previamente fue heterogéneamente contaminado y metasomatizado, por fluidos procedentes de sedimentos marinos pelágicos engullidos durante la subducción de la corteza oceánica de la microplaca Mesomediterránea o de Alborán. Los procesos magmáticos como la cristalización fraccionada, velocidad de ascenso, asimilación de fluidos y rocas encajantes corticales durante su ascenso, y el mayor o menor metasomatismo del manto, parece ser que fueron los causantes de esta gran geodiversidad de rocas volcánicas que tenemos en Murcia.

5. CONDICIONES DE CONSERVACIÓN, VULNERABILIDAD Y PROTECCIÓN

5.1. Estado de conservación

5.1.1. Condiciones de conservación:

Favorable con alteraciones: algunos deterioros que no afectan de manera determinante al valor o interés del lugar.

- ✚ **Causas de su deterioro:** Por restos de infraestructuras de las actividades agrícolas y algunos aterrazamientos de la ladera del cerro más septentrional. Recientemente, en los cerros se han reforestado de pinos, ahora aun pequeños, pero que en el futuro impedirán la observación de las rocas e incluso sus raíces pueden deteriéralas.

5.2. Susceptibilidad de degradación

✚ **Fragilidad del lugar (Alta, media, baja, nula):**

Baja: Litologías resistentes o muy resistentes, pero con elevada fracturación y/o meteorización.

Rocas volcánicas y corneanas muy fracturadas.

✚ **Amenazas naturales actuales o potenciales:**

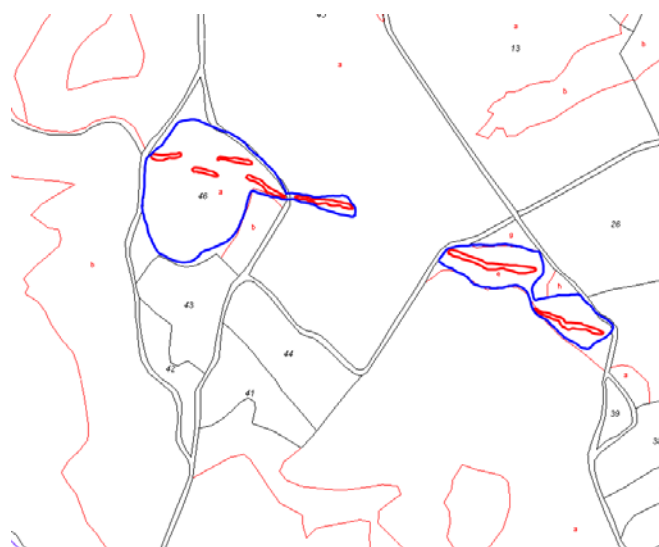
Donde mejor se ve la aureola de metamorfismo, en la pared vertical del pozo que hay en el cerro del sur, la corneana ésta muy fracturada y expuesta, lo que está provocando su derrumbe.

✚ **Amenazas antrópicas actuales o potenciales:**

- Todo el dique está rodeado de cultivos de regadío, hortalizas, con gran actividad. La amenaza de que estos cerros terminen por ser destruidos para la expansión de estos cultivos es muy grande. De hecho, en algunos cerros hay ya pequeñas infraestructuras y restos de gomas de regadío.
- Estas rocas son muy buscadas para su utilización para la elaboración de firmes de infraestructuras, por lo que corre peligro de realizar canteras.
- Coleccionismo de rocas y minerales, sobre todo por el tamaño y vistosidad de la flogopita.

5.3. Nivel actual de Protección

- ✚ **Titularidad de la propiedad del suelo del lugar:** Según los datos públicos del Catastro, la zona donde está el afloramiento y la propuesta de delimitación están incluidas en propiedad privada, en las denominadas Finca del Molino y Finca de la Plata.



- ✚ **Catalogación del suelo en el PGOU o normativa Municipal:**
- ✚ **Afectado por figuras de protección:** No.
- ✚ **Protección física o indirecta:** No existen elementos de protección.

6. RECOMENDACIONES PARA GEOCONSERVACIÓN, GESTIÓN Y USO

- ✚ **Actuaciones para la protección administrativa del lugar:** Se sugiere la inclusión como zona protegida en el PGOU de Mula y la declaración de Monumento Natural. Se sugiere la adquisición pública de estos cerros. Otra posibilidad es el fomento de la custodia privada por parte de los propietarios del entorno.
- ✚ **Mejora de la accesibilidad:** El camino de acceso, unos 700 m, es estrecho y de tierra, debiendo hacerse a pie. Se aconseja su acondicionamiento para facilitar la visita.
- ✚ **Mejora de la protección:** En general el LIG tiene la apariencia de abandonado, porque no hay ninguna señalización, hay vertidos, no están señalados sus límites, etc. Es urgente ver la viabilidad de evitar los desprendimientos de la roca corneana del pozo que, por su buena exposición, hace que sea muy útil con fines educativos.
- ✚ **Mejora de la zona de aparcamiento:** Hacer un aparcamiento para autobuses en el entorno del cruce del camino con la carretera, e incluso al final del camino hacer un pequeño aparcamiento para coches.
- ✚ **Actuaciones de mejora para la observación del lugar:** Poner una baranda en el pozo del cerro del sur, así el mejor lugar de exposición de las rocas puede ser visitado con mayor tranquilidad al evitarse posibles caídas.
- ✚ **Mejora ambiental del entorno:** Recogida de los vertidos incontrolados agrícolas. Quitar las infraestructuras agrícolas que hay en la parte norte. Cortar los pinos que hace unos años se pusieron en el cerro del sur, donde está el pozo, pues estos árboles pueden destruir el afloramiento e impiden la observación de las rocas.
- ✚ **Establecimiento de señales, carteles y zonas complementarias:** Conviene señalar en la carretera la existencia de este LIG y poner un cartel explicativo de su interés geológico. Conviene incluso señalar un pequeño itinerario, con nuevas tecnologías, para que el visitante pueda visitar todo el dique y conocer sus principales elementos de interés.
- ✚ **Posibilidad de utilización científica:** Este afloramiento está poco estudiado, es recomendable conocer su edad absoluta, ver la relación con la sedimentología de la cuenca neógeno-cuaternaria de Mula, con las aguas termales. Estudiar en detalle el cerro más septentrional y ver la relación con los travertinos pleistocenos, etc.
- ✚ **Posibilidad de utilización divulgativa y didáctica:** La utilización educativa del dique es muy buena debido a la calidad de exposición. Además, está en un entorno de excepcional riqueza patrimonial geológica. Se recomienda, por tanto, que se hagan actividades para todos los niveles educativos, que se diseñen itinerarios geológicos que permitan asociar el afloramiento con otros lugares de interés geológico de la zona. En general, que se promocióne este patrimonio geológico de todo el entorno de los Baños de Mula.
- ✚ **Posibilidad de uso turístico/recreativo.** Sí, sobre todo pensando en un turismo de naturaleza. Todo el entorno de los Baños de Mula, por su riqueza patrimonial desde el punto de vista histórico y natural, tiene gran interés para este fin.
- ✚ **Actividades incompatibles con la protección:**
 - Apertura de canteras.
 - Roturación de los cerros.
 - Forestación.
 - Realizar infraestructura sobre los cerros, como la construcción de viviendas, balsas de riego, canalizaciones, etc.
 - Recogida de minerales y rocas, salvo para investigación.

- Expansión de los cultivos próximos.
 - Vertido de escombros y otros residuos.
 - Caminar por encima de los afloramientos.
-  **Prioridad de protección:** Alta. Medidas de Geoconservación urgentes.

7. BIBLIOGRAFÍA

SOBRE PATRIMONIO GEOLÓGICO:

Arana Castillo, R., Rodríguez Estrella, T., Mancheño Jiménez, M. A., Guillén Mondéjar, F., Ortiz Silla, R., Fernández Tapia, M. T., del Ramo Jiménez, A. (1999). *El Patrimonio Geológico de la Región de Murcia*. Fundación Séneca. Consejería de Educación y Cultura de la Región de Murcia. 399 pp.

Bellido Mulas, F., Brändle Matesanz, J.L. (2008). Volcanismo ultrapotásico neógeno. *Contextos geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia Internacional*, A. García Cortés, Ed. Principal, IGME, Madrid, pp. 139-145.

Del Ramo, A., (2010). Volcanes en la Región de Murcia. Consejería de Economía y Hacienda Región de Murcia (Ed.). Región de Murcia Digital. España, webpage: regmurcia.com (accedido en febrero 2013).

ALGUNOS ESTUDIOS ESPECÍFICOS:

Almela, A., Ríos, J.M. (1955). Explicación de la Hoja núm. 912 Mula (Murcia). Mapa Geológico de España escala 1:50.000. Instituto geológico y Minero de España. Madrid.

Bellon, H., Bordet, P., Montenat, C. (1983). Chronologie du magmatisme néogène des Cordillères bétiques (Espagne méridionale). *Bull. Soc. Géol. France*, 25-2, pp. 205-217.

Borley, G.D. (1967). Potash-rich volcanic rocks from southern Spain. *Mineralogical Magazine*, 36, pp. 364-379.

De Yarza, A. (1895). Roca eruptiva de Fortuna (provincia de Murcia). *Boletín de Comunicaciones del Mapa Geológico de España*, Vol. 20, pp. 349-353.

Duggen, S., Hoernle, K., Van den Bogaard, P., Garbe-Schönberg, D. (2005). Post-collisional transition from subduction to intraplate-type magmatism in the westernmost Mediterranean: Evidence for continental-edge delamination of subcontinental lithosphere. *Journal of Petrology*, 46, pp. 1155-1201.

Fúster, J.M., Gastesi, P., Sagredo, J., Feroso, M. (1967). Las rocas lamproíticas del SE de España. *Estudios Geológicos*, 23, pp. 35-69.

Fúster, J.M., Ibarrola, E., Lobato, M.P. (1954). Análisis químicos de rocas españolas publicados hasta 1952. *Monografías del Instituto Lucas Mallada de Investigaciones Científicas*. C.S.I.C., N° 14, 139 pp.

Jerez Mir, L., Jerez Mir F., García Monzón, G. (1974). Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, N° 912 (MULA). IGME. Serv. Publ. Minist. Industria. Madrid.

Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sørensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R., Zanettin, B. (1989). A Classification of igneous rocks and glossary of terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of igneous rocks. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K.

López Ruiz, J., Cedría, J.M., Doblas, M., Benito R. (2004). La región volcánica de Almería-Murcia, *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, pp. 678-682.

López-Ruiz, J., Rodríguez Badiola, E. (1980). La región volcánica neógena del sureste de España. Madrid, *Estudios Geológicos*, 36, pp. 5-36.

López Ruiz, J., Rodríguez Badiola, E. (1985). El volcanismo neógeno-cuaternario del borde mediterráneo español. En: *"El borde mediterráneo español: evolución del orógeno bético y geodinámica de las depresiones neógenas"*. Proyecto CAICYT y CSIC. Granada, pp. 115-122.

Mitchell, R.H., Bergman, S.C. (1991). Petrology of lamproites. *Plenum Pres*, New York, 447 pp.

Nixon, P.H., Thirlwall, F., Buckley, F. 6 Davies, C.J. (1984). Spanish and Western Australian Lamproites: Aspects of whole rock geochemistry. *Kimberlites and related rocks*. Kornprobst, J. (ed). Elsevier, Amsterdam pp. 285-296.

San Miguel, M., De Pedro, F. (1954). Afloramientos de fortunitas en Puebla de Mula (Murcia). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 33, pp. 9-24.

8. ANEXO

Según la Metodología del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (García Cortés *et al.* 2014).

DIQUE DE ROCAS ULTRAPOTÁSICAS DE MULA		
CÁLCULO DEL RIESGO DE DEGRADACIÓN Y PRIORIDAD DE PROTECCIÓN		
Valor científico del LIG	V _C	5,63
Valor didáctico del LIG	V _D	5,75
Valor turístico-recreativo del LIG	V _T	4,25
Susceptibilidad de degradación natural	SDN	0,04
Susceptibilidad de degradación antrópica	SDA	1,24
Susceptibilidad de degradación del LIG	$S_D = \frac{1}{2} (S_{DN} + S_{DA})$	0,64

	Símbolo	Fórmula	Valor
Riesgo de degradación del valor científico por amenazas naturales	RDNC	$R_{DNC} = 1/10 \cdot (V_C \times S_{DN})$	0,02
Riesgo de degradación del valor didáctico por amenazas naturales	RDND	$R_{DND} = 1/10 \cdot (V_D \times S_{DN})$	0,02
Riesgo de degradación del valor turístico por amenazas naturales	RDNT	$R_{DNT} = 1/10 \cdot (V_T \times S_{DN})$	0,02
Riesgo de degradación del LIG por amenazas naturales	RDN	$RDN = \text{MAX} (RDNC, RDND, RDNT)$	0,02
Riesgo de degradación del valor científico por amenazas antrópicas	RDAC	$R_{DAC} = 1/10 \cdot (V_C \times S_{DA})$	0,70
Riesgo de degradación del valor didáctico por amenazas antrópicas	RDAD	$R_{DAD} = 1/10 \cdot (V_D \times S_{DA})$	0,71
Riesgo de degradación del valor turístico por amenazas antrópicas	RDAT	$R_{DAT} = 1/10 \cdot (V_T \times S_{DA})$	0,53
Riesgo de degradación del LIG por amenazas antrópicas	RDA	$RDA = \text{MAX} (RDAC, RDAD, RDAT)$	0,71
Riesgo de degradación del valor científico	RDC	$R_{DC} = 1/10 \cdot (V_C \times S_D)$	0,36
Riesgo de degradación del valor didáctico	RDD	$R_{DD} = 1/10 \cdot (V_D \times S_D)$	0,37
Riesgo de degradación del valor turístico	RDT	$R_{DT} = 1/10 \cdot (V_T \times S_D)$	0,27
Riesgo de degradación del LIG	R_D	$RD = \text{MAX} (RDC, RDD, RDT)$	0,37

NECESIDAD / PRIORIDAD DE PROTECCIÓN	RDA
Alta (medidas de geoconservación urgentes)	Alto. Si $R_{DA} > 6,66$
Media (medidas de geoconservación a corto plazo)	Medio $3,33 \leq R_{DA} \leq 6,66$
Baja (medidas de geoconservación a medio o largo plazo)	Bajo $1 \leq R_{DA} < 3,33$
Nula (medidas de geoconservación innecesarias o a largo plazo)	No significativo Si $R_{DA} < 1$

VALORACIÓN							
Representatividad (R)	Puntos	Valor científico		Valor didáctico		V. turístico o recreativo	
Poco útil como modelo para representar, aunque sea parcialmente, un rasgo o proceso	0	X 30		x 5		x 0	
Útil como modelo para representar parcialmente un rasgo o proceso	1	X 30		x 5		x 0	
Útil como modelo para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso	2	x 30	60	x 5	10	x 0	0
Mejor ejemplo conocido, a nivel del dominio geológico considerado, para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso	4	x 30		x 5		x 0	
VALOR DE R							
Carácter de localidad tipo (T)							
No cumple, por defecto, con estas tres siguientes premisas	0	x 10		x 5		x 0	
Localidad de referencia regional	1	x 10		x 5		x 0	
Localidad de referencia (metalogénica, petrológica, mineralógica, tectónica, estratigráfica etc.) utilizada internacionalmente, o localidad tipo de fósiles, o biozonas de amplio uso científico	2	x 10	20	x 5	10	x 0	0
Estratotipo aceptado por la IUGS o localidad tipo de la IMA	4	x 10		x 5		x 0	
VALOR DE T							
Grado de conocimiento científico del lugar (K)							
No existen trabajos publicados ni tesis doctorales sobre el lugar	0	x 15		x 0		x 0	
Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales sobre el lugar	1	x 15	15	x 0	0	x 0	0
Investigado por varios equipos científicos y objeto de tesis doctorales y trabajos publicados referenciados en revistas científicas nacionales	2	x 15		x 0		x 0	
Investigado por varios equipos científicos y objeto tesis doctorales y trabajos publicados referenciados en revistas científicas internacionales	4	x 15		x 0		x 0	
VALOR DE K							
Estado de conservación (C)							
Fuertemente degradado: el lugar está prácticamente destruido	0	x 10		x 5		x 0	
Degradado: el lugar presenta deterioros importantes	0	x 10		x 5		x 0	
Alterado: con deterioros que impiden apreciar algunas características de interés	1	x 10		x 5		x 0	

Favorable con alteraciones: algunos deterioros que no afectan de manera determinante al valor o interés del LIG	2	x 10	20	x 5	10	x 0	0
Favorable: el LIG en cuestión se encuentra bien conservado, prácticamente íntegro	4	x 10		x 5		x 0	
VALOR DE C							
Condiciones de observación (O)							
Con elementos que enmascaran fuertemente las características de interés	0	x 10		x 5		x 5	
Con elementos que enmascaran el LIG y que impiden apreciar algunas características de interés	1	x 10		x 5		x 5	
Con algún elemento que no impiden observar el LIG en su integridad.	2	X 10		x 5		x 5	
Perfectamente observable prácticamente en su integridad con facilidad	4	x 10	40	x 5	20	x 5	20
VALOR DE O							
Rareza (A)							
Existen bastantes lugares similares en la región	0	x 15		x 5		x 0	
Uno de los escasos ejemplos conocidos a nivel regional	1	x 15		x 5		x 0	
Único ejemplo conocido a nivel regional	2	x 15		x 5		x 0	
Único ejemplo conocido a nivel nacional (o internacional)	4	x 15	60	x 5	20	x 0	0
VALOR DE A							
Diversidad (D)							
El LIG sólo presenta el tipo de interés principal	0	x 10		x 10		x 0	
El LIG presenta otro tipo de interés, además del principal, no relevante	1	x 10	10	x 10	10	x 0	0
El LIG presenta 2 tipos de interés, además del principal, o uno sólo pero relevante	2	x 10		x 10		x 0	
El LIG presenta 3 o más tipos de interés, además del principal, o sólo dos más pero ambos relevantes	4	x 10		x 10		x 0	
VALOR DE D							
Contenido didáctico (CDD)							
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0		x 20		x 0	
Ilustra contenidos curriculares universitarios	1	x 0		x 20		x 0	
Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo	2	x 0	0	x 20	40	x 0	0
Está siendo utilizado habitualmente en actividades didácticas de cualquier nivel del sistema educativo	4	x 0		x 20		x 0	
VALOR DE CDD							

Infraestructura logística (I_L)							
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0		x 15		x 5	
Alojamiento y restaurante para grupos de hasta 20 personas a menos de 25 km	1	x 0		x 15		x 5	
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 25 km	2	x 0		x 15		x 5	
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 5 km	4	x 0	0	x 15	60	x 5	20
VALOR DE IL							
Densidad de población (demanda potencial inmediata) (D_P)							
Menos de 200.000 habitantes en un radio de 50 km	1	x 0		x 5		x 5	
Entre 200.000 y 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	2	x 0	0	x 5	10	x 5	10
Más de 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	4	x 0		x 5		x 5	
VALOR DE DP							
Accesibilidad (A_C)							
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas (carretera asfaltada sin posibilidad de aparcar, senda o camino, pista TT, barco, etc.)	0	x 0		x 10		x 10	
Acceso directo por pista sin asfaltar pero transitable por turismos	1	x 0	0	x 10	10	x 10	10
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para turismos	2	x 0		x 10		x 10	
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para autocar	4	x 0		x 10		x 10	
VALOR DE AC							
Tamaño del LIG (E)							
Rasgos métricos (vulnerables por las visitas, como espeleotemas, etc.)	0	x 0		x 5		x 15	
Rasgos decamétricos (no vulnerables por las visitas pero sensibles a actividades antrópicas más agresivas)	1	x 0		x 5		x 15	
Rasgos hectométricos (podrían sufrir cierto deterioro por actividades humanas)	2	x 0	0	x 5	10	x 15	30
Rasgos kilométricos (difícilmente deteriorables por actividades humanas)	4	x 0		x 5		x 15	
VALOR DE E							
Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural (NH)							
No existen elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	0	x 0		x 5		x 5	
Presencia de un único elemento del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	1	x 0		x 5		x 5	
Presencia de varios elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	2	x 0		x 5		x 5	
Presencia de varios elementos tanto del patrimonio natural como del cultural en	4	x 0	0	x 5	20	x 5	20

un radio de 5 km							
VALOR DE NH							
Espectacularidad o belleza (B)							
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0	0	x 5	0	x 20	0
1) Amplitud de relieve alta o bien 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) o bien 3) variedad cromática notable. También fósiles y/o minerales vistosos	1	x 0		x 5		x 20	
Coincidencia de dos de las tres primeras características. También fósiles o minerales espectaculares	2	x 0		x 5		x 20	
Coincidencia de las tres primeras características	4	x 0		x 5		x 20	
VALOR DE B							
Contenido divulgativo (CDV)							
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0		x 0		x 15	
Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cierto nivel cultural	1	x 0		x 0		x 15	
Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cualquier nivel cultural sobre la importancia o utilidad de la Geología	2	x 0	0	x 0	0	x 15	30
Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas	4	x 0		x 0		x 15	
VALOR DE CDV							
Potencialidad para realizar actividades turísticas y recreativas (PTR)							
Sin posibilidades turísticas ni de realizar actividades recreativas	0	x 0		x 0		x 5	
Posibilidades turísticas o bien posibilidad de realizar actividades recreativas	1	x 0	0	x 0	0	x 5	5
Posibilidades turísticas y posibilidad de realizar actividades recreativas	2	x 0		x 0		x 5	
Existen actividades organizadas	4	x 0		x 0		x 5	
VALOR DE PTR							
Proximidad a zonas recreativas (demanda potencial inmediata) (ZR)							
Lugar situado a más de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.)	0	x 0		x 0		x 5	
Lugar situado a menos de 5 km y más de 2 km de áreas recreativas	1	x 0	0	x 0	0	x 5	5
Lugar situado a menos de 2 km y más de 500 m de un área recreativa	2	x 0		x 0		x 5	
Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa	4	x 0		x 0		x 5	
VALOR DE ZR							
Entorno socioeconómico (Es)							

Comarca con índices de renta per capita, educación y ocupación superiores a la media regional	0	x 0		x 0		x 10	
Lugar situado en comarca con índices de renta per capita, educación y ocupación similares a la media regional pero inferiores a la media nacional	1	x 0		x 0		x 10	
Lugar situado en comarca con índices de renta per capita, educación y ocupación inferiores a la media regional	2	x 0	0	x 0	0	x 10	20
Lugar situado en comarca con declive socioeconómico	4	x 0		x 0		x 10	
VALOR DE ES							
SUMAS		Σ_C	225	Σ_D	230	Σ_T	170
VALOR (sobre 10)		$V_C = \frac{\Sigma_C}{40}$	5,63	$V_D = \frac{\Sigma_D}{40}$	5,75	$V_T = \frac{\Sigma_T}{40}$	4,25