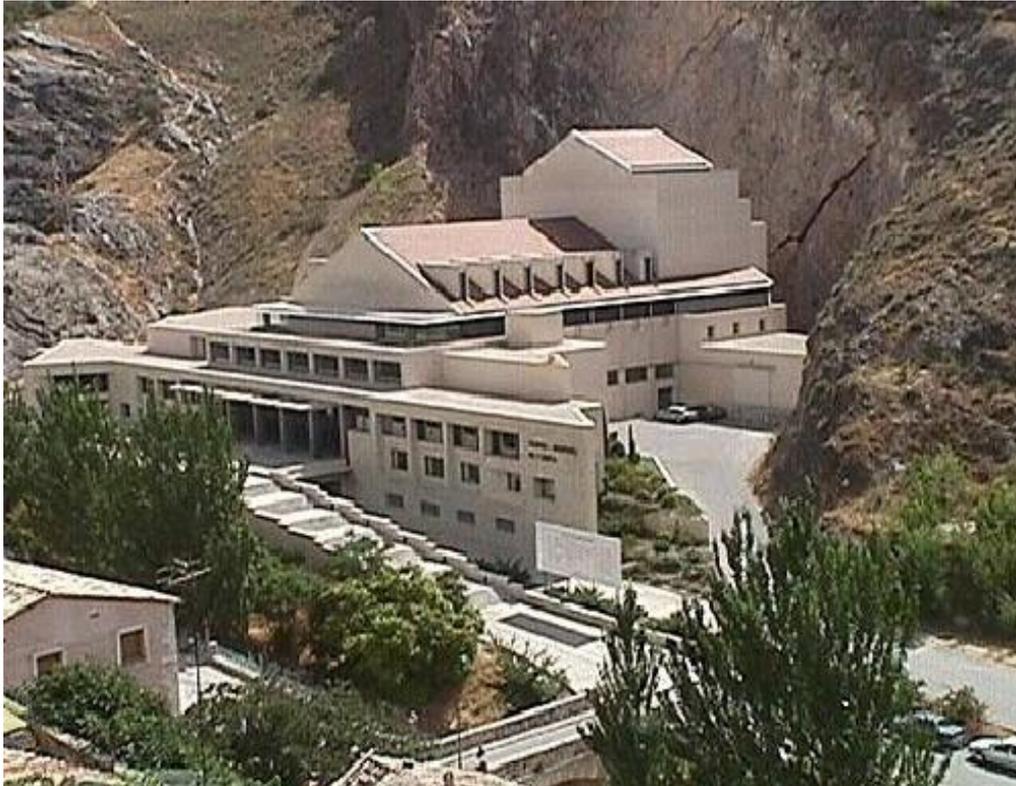


INFORME TÉCNICO SOBRE LOS DESPRENDIMIENTOS EN EL TEATRO AUDITORIO DE LA CIUDAD DE CUENCA (PASEO DEL HUÉCAR 2, CUENCA)



8 DE FEBRERO DE 2022

Convenio Específico de colaboración entre la Excm. Diputación Provincial de
Cuenca y el Instituto Geológico y Minero de España (2019-2021)

CORREO ELECTRÓNICO

igme@igme.es

RÍOS ROSAS 23
28003 - MADRID
TELEFONO: 91 349 57 00
FAX: 91 442 62 16

CSV : GEN-e865-88fd-f8d2-949e-7a75-d5ae-acd0-6b65

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>

FIRMANTE(1) : MONICA MARTÍNEZ CORBELLA | FECHA : 22/02/2022 09:24 | Sin acción específica

FIRMANTE(2) : RAQUEL MORALES GARCIA | FECHA : 22/02/2022 09:33 | Aprueba





1.- Antecedentes

El presente informe se realiza a petición de la Excm. Diputación Provincial de Cuenca, en el marco de la Actividad 8: “Estudios de riesgos geológicos”, prevista en el Convenio Específico de Colaboración entre la Excm. Diputación Provincial de Cuenca y el Instituto Geológico y Minero de España para el conocimiento hidrogeológico, el aprovechamiento y protección del abastecimiento de agua a poblaciones y la investigación del patrimonio geológico – hidrogeológico. Años 2019-2021.

La Diputación de Cuenca comunica a este IGME sobre la problemática ocurrida entre los días 29-30 de octubre de 2021 en la parte trasera de la parcela donde está edificado el Teatro Auditorio José Luis Perales de Cuenca, Paseo del Huécar 2; en relación a los desprendimientos de bloques de rocas ocurridos entre los días mencionados. El Ayuntamiento de Cuenca envió una solicitud oficial a la Diputación de Cuenca de “Situación Desprendimientos” en fecha 4 de noviembre de 2021.

El presente informe se emite teniendo en cuenta las observaciones efectuadas durante la visita de campo realizada en fecha 8 de febrero 2022. Durante esta visita nos acompañaron un técnico del Servicio de Obras Provinciales y el Concejal del Área de Patrimonio, Desarrollo Provincial, Turismo y Artesanía, ambos de la Excm. Diputación de Cuenca, y personal del teatro auditorio.

Durante la visita técnica se han realizado las siguientes observaciones:

- Reconocimiento geológico de los distintos taludes artificiales que conforman el entorno de la edificación y toma de datos gráficos a través de una cámara 360. Se ha hecho hincapié en el talud trasero al edificio puesto que se trata de un escarpe completamente vertical cuya altura supera los 50 metros.

El presente informe se centrará exclusivamente en un dictamen técnico de la casuística del fenómeno geológico relacionado con los desprendimientos rocosos, a raíz de la visita realizada al emplazamiento y en el aporte de una serie de recomendaciones, a título orientativo, para que las autoridades tomen las decisiones pertinentes en relación al diseño y establecimiento de medidas correctoras de tipo estructural.

Se hace hincapié que los especialistas no son expertos en patologías constructivas ni en sus soluciones constructivas.

2. Descripción de la visita

El día 8 de febrero de 2022 se desplazaron dos técnicos del Centro Nacional Instituto Geológico y Minero de España (en adelante IGME) a la ciudad de Cuenca, con motivo de observar e inspeccionar el estado del talud rocoso que hay en la parte trasera del Teatro Auditorio José Luis Perales y verificar *in situ* la documentación gráfica aportada en el informe “20211104_Informe_Desprendimientos_Auditorio AYO Cuenca. Pdf”

El edificio se localiza en el Paseo de Huécar 2, junto al río del mismo nombre, en la falda del Cerro del Socorro (Fig.1).

A su llegada a la zona, el equipo fue informado de que el edificio está emplazado en el antiguo hueco de excavación de una cantera de áridos abandonada. Según el Mapa de Rocas industriales E 1:200.000 de la hoja nº 46 6/6, se trata de una cantera de caliza que ya en el año 1972 constaba como inactiva (Fig.2).

Según los registros de la Dirección General de Catastro, esta parcela figura como existente desde el año 1988 aunque según la información recopilada, la construcción del edificio se sitúa aproximadamente entre 1993/1994. Su inauguración se celebró el 6 de abril de 1994 en presencia de S. M. la Reina Doña Sofía.

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

CSV : GEN-e865-88fd-f8d2-949e-7a75-d5ae-acd0-6b65

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>

FIRMANTE(1) : MONICA MARTÍNEZ CORBELLA | FECHA : 22/02/2022 09:24 | Sin acción específica

FIRMANTE(2) : RAQUEL MORALES GARCIA | FECHA : 22/02/2022 09:33 | Aprueba



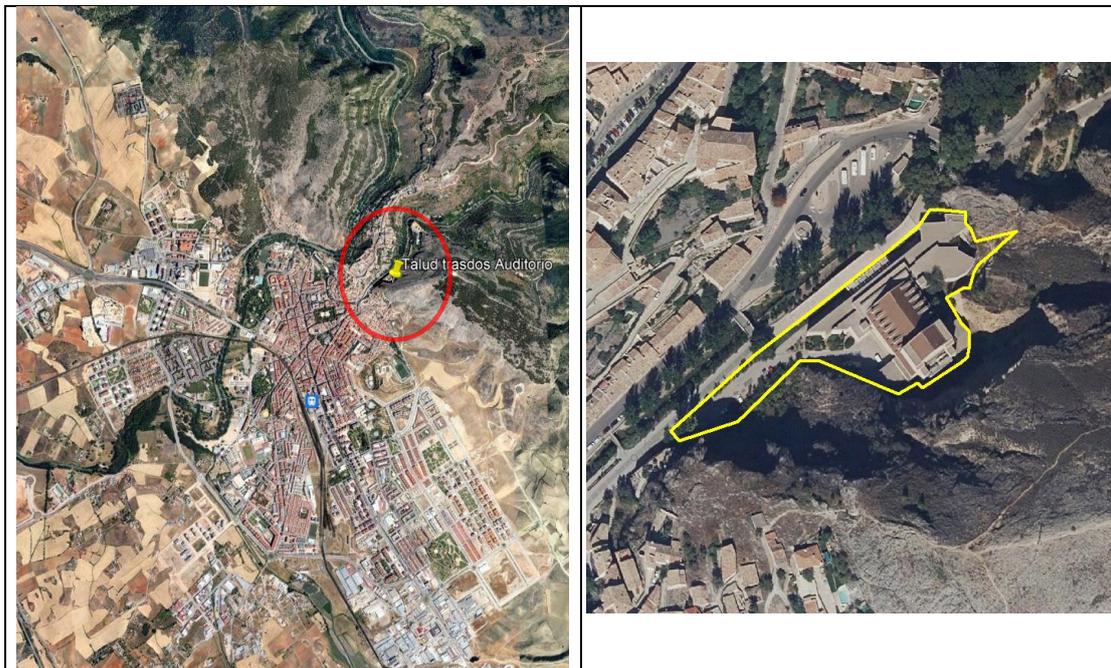


Fig. 1. Ubicación de la zona de estudio (círculo rojo) sobre fotografía aérea de Cuenca (Fuente: Google Earth). La línea amarilla es el contorno de la parcela catastral (registro de la Dirección General de Catastro) donde se ubica el edificio.

Se expuso también la importancia de disponer de toda la información posible en relación al antiguo hueco de excavación y/o el proyecto constructivo del Teatro Auditorio.

Se realizó una inspección visual de todo el frente rocoso correspondiente a la antigua cantera complementada con la toma de fotografías y videos a 360° para obtener una visión de conjunto, identificar la estratificación principal de las capas, el espesor de ésta y las diversas familias de discontinuidades existentes en el macizo rocoso que están condicionando la generación de bloques de diversos tamaños desde centimétricos a métricos.

Fuimos informados de que las hendiduras existentes en la pared del edificio no corresponden con impactos de bloques sino con una acción voluntaria humana cuando acceden personas a la parte trasera del edificio.

No se han identificado medidas estructurales para contener derrubios, chineos (fragmentos de pocos centímetros), bloques centímetros, ni fragmentos métricos recientemente individualizados tales como: mallas de triple torsión, barreras dinámicas, muros mampostería, bulones, anclajes, etc.

3.- Contexto geológico

Desde un punto de vista geológico, la parcela se emplaza sobre materiales del Cretácico superior pertenecientes a la Cordillera Ibérica. Se trata de brechas, carniolas y dolomías, margas y calizas, identificadas en la Fig. 3 como material nº 330; y margas, yesos, brechas calcáreas, calizas, areniscas y conglomerados como material nº 340; que corresponden respectivamente a la Formación “Cuenca, Pantano de la Tranquera” y Formación “Villalba de la sierra”.



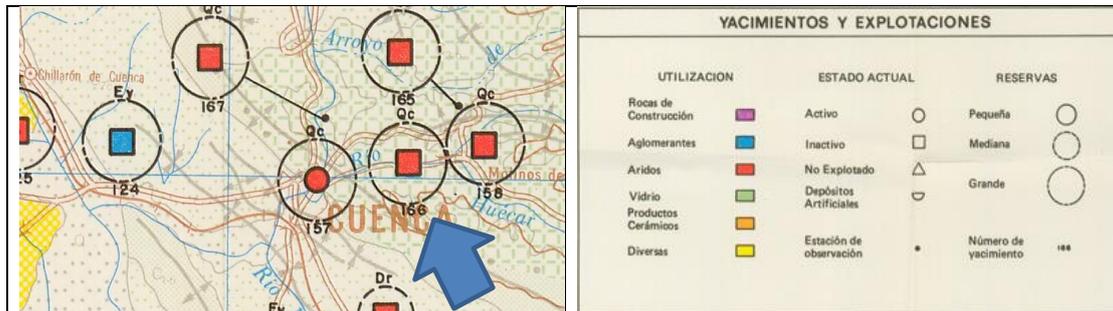


Fig. 2. Mapa de rocas industriales a escala 1:200.000. Hoja nº 46 6/6 Cuenca (IGME, 1972) y su leyenda. La flecha indica la cantera sobre la que se ha edificado el Teatro Auditorio.

Estas formaciones están dispuestas en una estructura anticlinal de amplio recorrido, orientadas con buzamientos suaves en torno a 20-25° hacia el Sureste, según los datos del mapa Geológico Continuo de España (Geode E 1:50.000) de la zona Z1700.

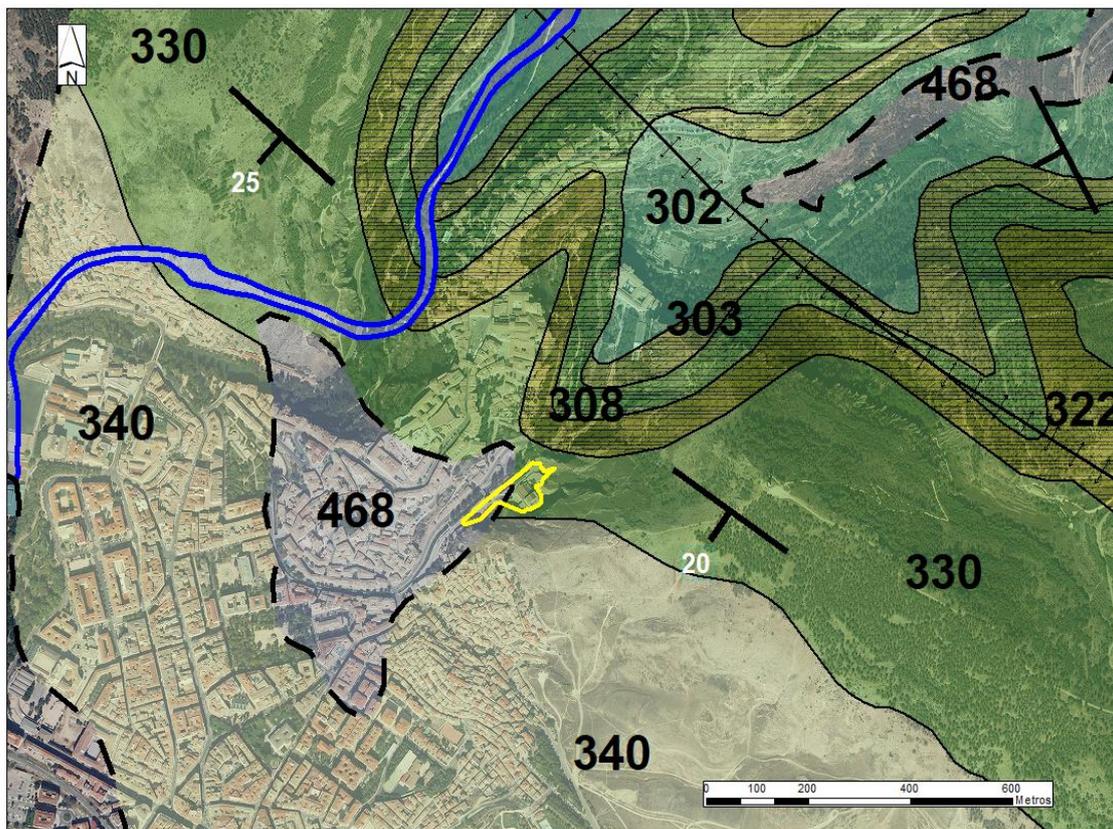


Fig.3. Extracto del Mapa Geológico Continuo de España (GEODE E 1:50.000). Zona Z1700 solapado sobre la Ortofoto PNOA máxima actualidad (Fuente: Centro de descargas del IGN <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>).

Unidades geológicas: Cretácico superior: 302: Margas, calizas margosas, calizas y dolomías tableadas. 303: Dolomías tableadas, calizas nodulosas y margas. 308: Dolomías masivas y/o tableadas, calizas nodulosas y margas. 322: Dolomías, calizas dolomíticas y brechas calcáreas. 330: Brechas dolomíticas, carniolas y dolomías masivas, margas y calizas

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

CSV : GEN-e865-88fd-f8d2-949e-7a75-d5ae-acd0-6b65

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>

FIRMANTE(1) : MONICA MARTÍNEZ CORBELLA | FECHA : 22/02/2022 09:24 | Sin acción específica

FIRMANTE(2) : RAQUEL MORALES GARCIA | FECHA : 22/02/2022 09:33 | Aprueba





dolomíticas. 340: Margas blancas, arcillas, yesos, brechas calcáreas, calizas, areniscas y conglomerados. Cuaternario. Holoceno. 468: Gravas, arenas con cantos, limos y arcillas.
 (Fuente: Servicio WMS GEODE. Mapa Geológico Digital continuo de España [en línea]. [10/02/2022].
 Disponible en: http://mapas.igme.es/gis/services/Cartografia_Geologica/IGME_Geode_50/MapServer/WMSServer).

Con esta distribución del plano de estratificación de las dolomías/calizas existentes, la orientación del talud nº 3 (ver más adelante) favorece la generación de deslizamientos planares, al estar éstas dolomías/calizas y brechas buzando en el mismo sentido que el talud (sentido SE). En los otros dos taludes, tanto en el nº 1 como en el nº 2 (ver más adelante) ésta orientación de la estratificación no favorece la generación de este tipo de movimientos (deslizamientos planares) ya que en el talud nº 1 la estratificación va en contra la orientación del talud mientras que en el talud nº 2, la estratificación es perpendicular a la orientación del buzamiento.

3.-Climatología y Meteorología local

El clima reinante en una región y la meteorología asociada, en concreto los regímenes de precipitación y temperatura, son uno de los factores desencadenantes más importantes en la aparición de movimientos de ladera en nuestro país. En este sentido, cabe señalar que, como muestra la Fig.4, es clara la tendencia general al aumento de desprendimientos en épocas de alta precipitación y bajas temperaturas.

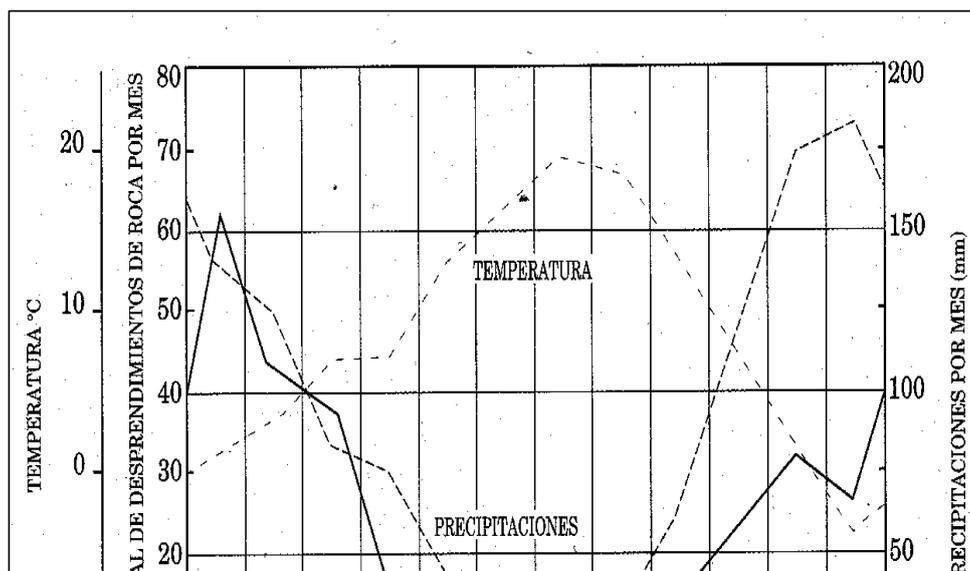


Fig.4. Efecto de las estaciones del año en la ocurrencia de desprendimientos en el Fraser Canyon (Columbia Británica). Referencia: Peckover (1975).

El clima en Cuenca es Mediterráneo, de tipo Csa según la clasificación de Köppen y Geiger. Se trata de un clima templado de veranos secos y cálidos, caracterizado por unas precipitaciones medias en torno a 582 mm al año, y una temperatura media anual de 11.9 °C (Fig. 5).



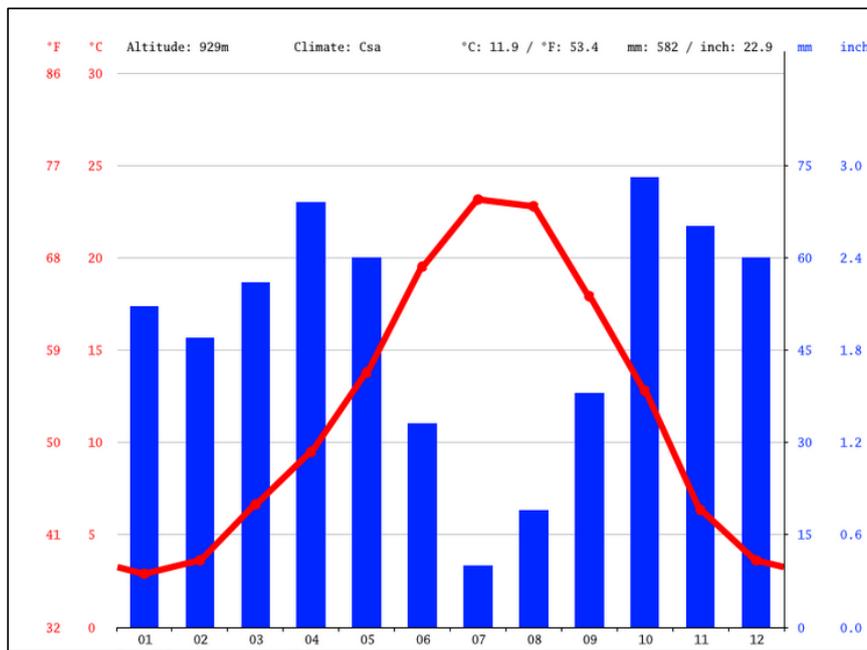


Fig. 5. Climograma de Cuenca. Fuente: <https://es.climate-data.org/europe/espana/castilla-la-mancha/cuenca-2148/>

Como se observa en la Fig. 5, julio es el mes menos lluvioso, con un promedio de 10 mm/mes y octubre el mes en que más llueve con un promedio de 73 mm/mes. En cuanto a las temperaturas, destacan las grandes variaciones estacionales que alcanzan sus máximos durante el mes de julio, con temperaturas medias cercanas a los 23.1 °C y mínimos durante el mes de enero con 2.9 °C de media.

Hay una diferencia de 63 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en las temperaturas durante todo el año es de 20.2°C.

DATOS DEL TIEMPO CUENCA

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	2.9	3.6	6.6	9.5	13.8	19.5	23.1	22.8	17.9	12.8	6.4	3.6
Temperatura min. (°C)	-0.9	-0.7	1.4	3.8	7.5	12.4	15.8	16	11.9	7.9	2.5	-0.2
Temperatura máx. (°C)	7.5	8.6	12.1	14.9	19.4	25.6	29.6	29.3	23.9	18	10.8	8.2
Precipitación (mm)	52	47	56	69	60	33	10	19	38	73	65	60
Humedad(%)	77%	70%	64%	62%	56%	45%	38%	38%	50%	64%	74%	76%
Días lluviosos (días)	6	6	6	7	7	4	2	3	4	7	7	6
Horas de sol (horas)	5.4	6.1	7.3	8.7	10.8	12.7	12.9	11.7	9.9	7.4	5.6	5.4

Así pues, el clima se caracteriza por precipitaciones relativamente medias-bajas, localizadas en primavera y otoño y temperaturas suaves que tienden a bajar considerablemente en los meses de invierno





y pueden persistir hasta bien entrada la primavera siendo prueba de ello la ocurrencia de heladas tardías en los meses de marzo o abril.

Estos factores condicionan la ocurrencia de procesos de meteorización física por cambios de volumen, como la gelifracción o crioclastia (ciclos hielo-deshielo¹) o la termoclástica (cambios bruscos de temperatura), en los escarpes rocosos existentes en las hoces de ambos ríos en la ciudad de Cuenca. Así mismo, los procesos de disolución kárstica son activos, lentos y continuados, siendo más intensos en invierno con el advenimiento de las precipitaciones máximas y las bajas temperaturas que aceleran las reacciones².

Se ha llevado a cabo una consulta sobre los datos meteorológicos existentes en el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Los pluviómetros más cercanos a la zona denominados “Talayuelo” y “Ciudad Encantada”, que se ubican a unos 16 y 17 km al sureste y noreste de la zona de estudio (Fig.6), muestran puntas muy acentuadas de precipitación, muy por encima de los valores medios registrados de forma continua (Fig. 7 y 8).

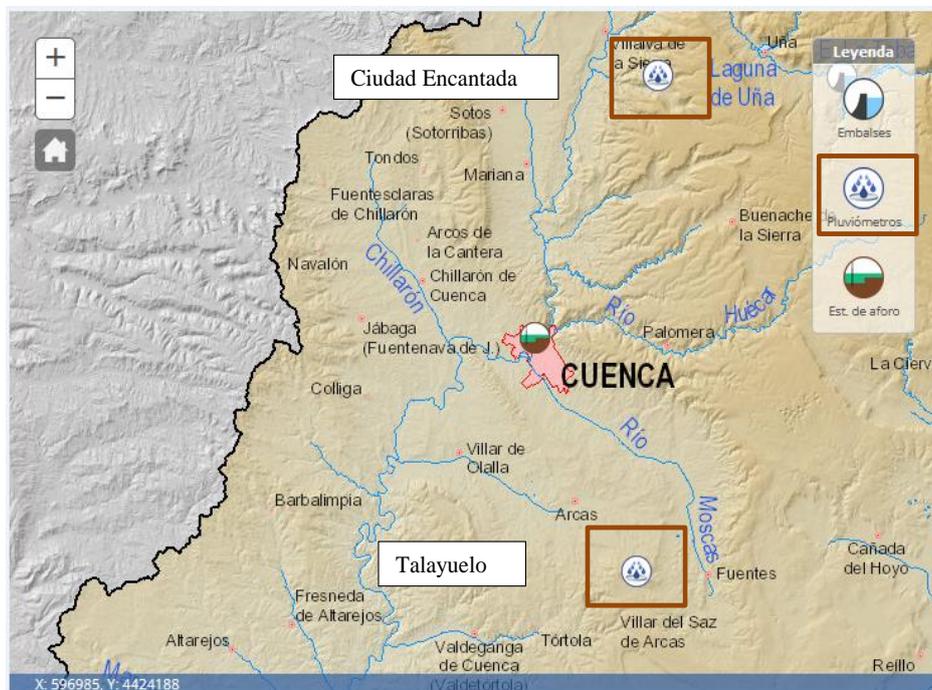


Fig. 6. Localización de los pluviómetros “Talayuelo- 4N02” en el municipio Arcas de Villar y “Ciudad Encantada- 4N04” en el municipio del mismo nombre, (SAIH del Júcar) respecto a la zona de estudio. (Fuente: <http://saih.chj.es/chj/saih/glayer?t=p>)

Las precipitaciones registradas el día del evento (29-30 octubre), tuvieron un registro pico de 63,6 mm y 67 mm. Estos datos confirmarían que las precipitaciones tan intensas de forma anómala; bien por el paso

¹ El agua experimenta un aumento de volumen y descenso de densidad al pasar a estado sólido. Este cambio comienza a producirse a temperaturas inferiores a 4°C.

² El flujo del agua que se infiltra en el subsuelo a través de las grietas abiertas en superficie da lugar a procesos de disolución según una reacción que se inicia en el agua atmosférica en la que, al disolverse el anhídrido carbónico, se forman tres tipos de iones, según la reacción: $3H_2O + 3CO_2 \rightarrow CO_3H_2 + 3H^+ + CO_3^{2-} + CO_3H^+$ los cuales se combinan con los carbonatos de la roca disolviéndola.





de frentes o embolsamientos de aire frío (DANA), han actuado claramente como un desencadenante en la caída de los bloques, independientemente de que existan otros muchos factores que estén condicionando o favoreciendo la desestabilización de las rocas del escarpe. (Fig. 7 y 8)

Mediciones de Arcas de Villar			Mediciones de Ciudad Encantada		
Fecha	Valor medido	Unidades	Fecha	Valor medido	Unidades
03/11/2021	4.2	l/m ²	03/11/2021	7.2	l/m ²
02/11/2021	0	l/m ²	02/11/2021	0	l/m ²
01/11/2021	10.2	l/m ²	01/11/2021	17.2	l/m ²
31/10/2021	19.6	l/m ²	31/10/2021	40	l/m ²
30/10/2021	63.6	l/m ²	30/10/2021	67	l/m ²
29/10/2021	14.2	l/m ²	29/10/2021	21.4	l/m ²
28/10/2021	0	l/m ²	28/10/2021	0	l/m ²
27/10/2021	0	l/m ²	27/10/2021	0	l/m ²
26/10/2021	0	l/m ²	26/10/2021	0	l/m ²
25/10/2021	0	l/m ²	25/10/2021	0	l/m ²
24/10/2021	0	l/m ²	24/10/2021	0	l/m ²
23/10/2021	0	l/m ²	23/10/2021	0	l/m ²
22/10/2021	0	l/m ²	22/10/2021	0	l/m ²
21/10/2021	0	l/m ²	21/10/2021	0	l/m ²
20/10/2021	0	l/m ²	20/10/2021	0	l/m ²
19/10/2021	0	l/m ²	19/10/2021	0	l/m ²
18/10/2021	0	l/m ²	18/10/2021	0	l/m ²
17/10/2021	0.2	l/m ²	17/10/2021	0.8	l/m ²

Tabla 1. Valores numéricos de los registros de precipitación correspondientes a la fig. 7 y 8. (Fuente: <http://saih.chj.es/chj/saih/glayer?t=p>)



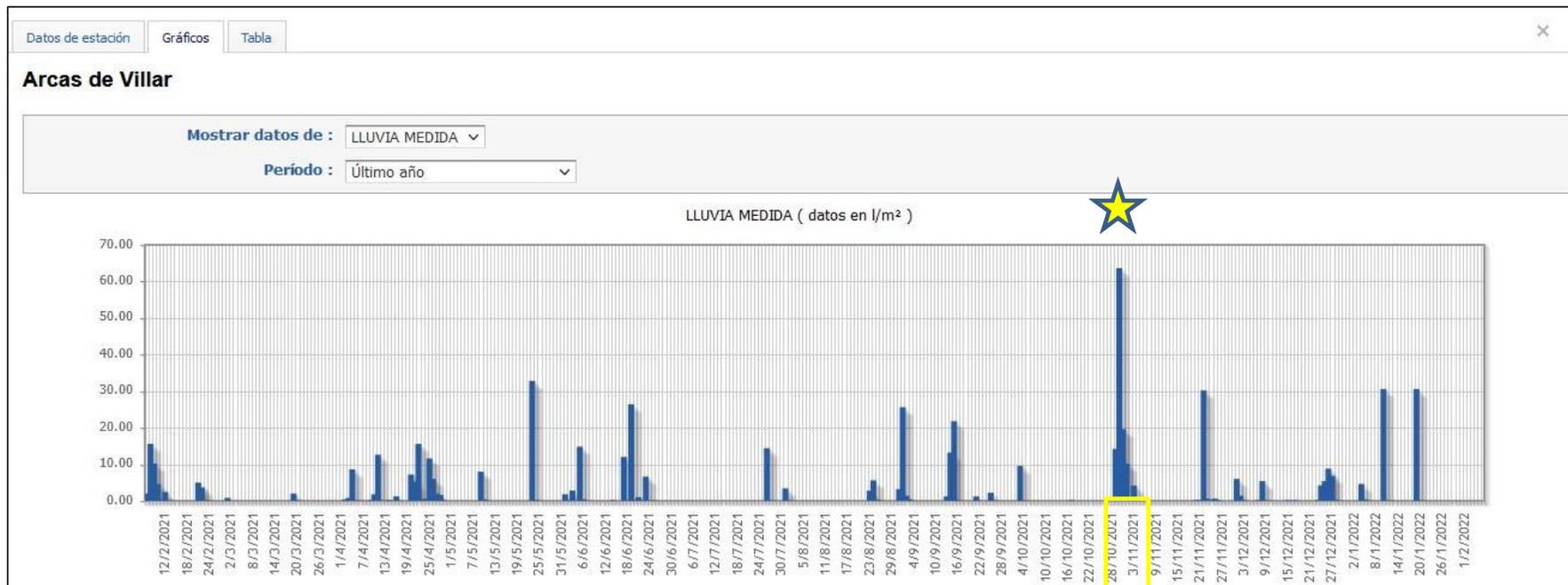


Fig. 7. Valores de precipitación (mm) registradas en el pluviómetro “Talayuelo” ubicado en el municipio Arcas de Villar durante el último año (febrero 2021 y enero 2022).
(Fuente: <http://saih.chj.es/chj/saih/glaver?t=p>)

CSV : GEN-e865-88fd-f8d2-949e-7a75-d5ae-acd0-6b65

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>

FIRMANTE(1) : MONICA MARTÍNEZ CORBELLA | FECHA : 22/02/2022 09:24 | Sin acción específica

FIRMANTE(2) : RAQUEL MORALES GARCIA | FECHA : 22/02/2022 09:33 | Aprueba



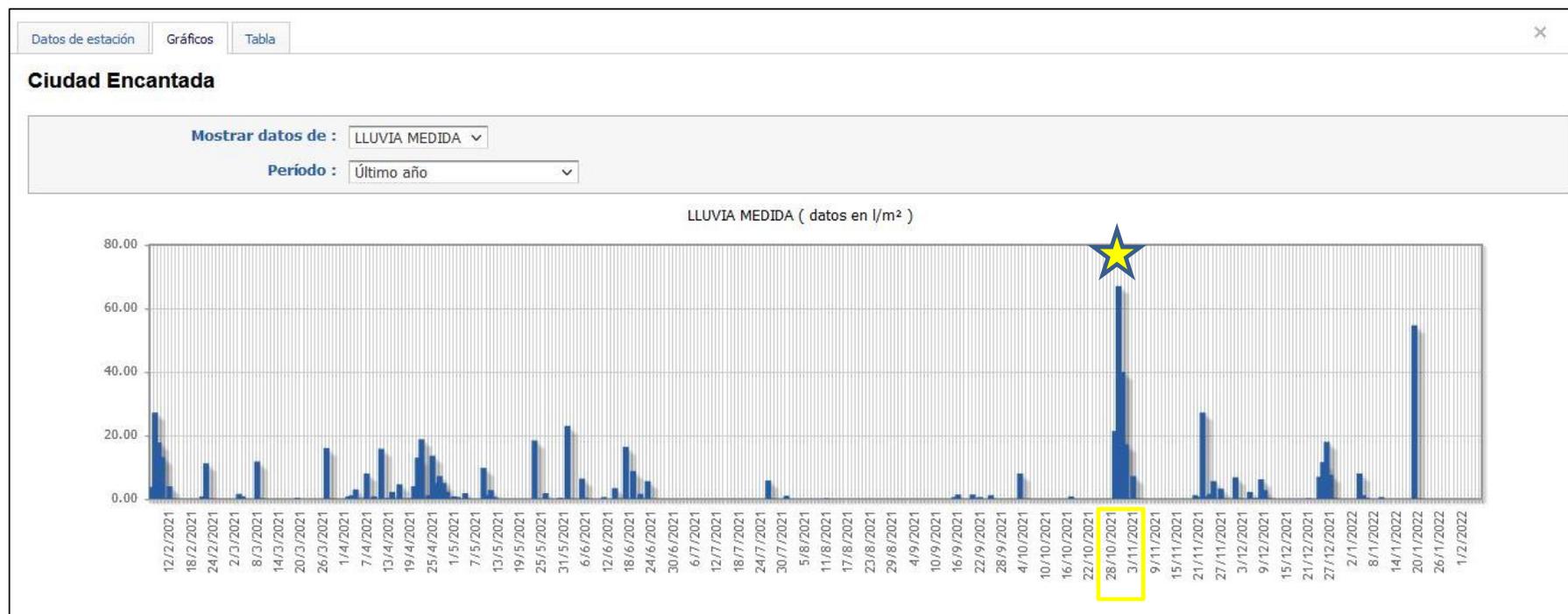


Fig. 8. Valores de precipitación (mm) registradas en el pluviómetro “Ciudad encantada” ubicado en el municipio del mismo nombre durante el último año (febrero 2021 y enero 2022). (Fuente: <http://saih.chj.es/chj/saih/glaver?t=p>)



3.-Origen y cinemática de los desprendimientos de ladera

Como se ha dicho anteriormente, la parcela que conforma la instalación del Teatro Auditorio José Luis Perales de Cuenca se ubica en una ladera antrópica, resultado de la actividad extractiva de una cantera de áridos en años pasados. Dicha ladera representa, al fin y al cabo, el hueco de excavación abandonado que queda conformado por los siguientes taludes (Fig. 9):

- Talud 1: Corresponde con el talud más meridional del cierre del hueco. Está orientado en dirección N125 E. Se trata de un corte vertical de 4-8 m y longitud horizontal aproximada de 40 m.
- Talud 2: Corresponde con el talud central del contorno del edificio. Tiene una altura superior a 50 m en vertical y se ubica a menos de 100 m en la horizontal de la parte trasera del Teatro Auditorio de Cuenca. Está orientado en dirección N150W. Longitud aproximada de 100 m.
- Talud 3: Corresponde con el talud más septentrional del cierre del hueco. Con orientación subparalela al talud nº 1, presenta una altura de entre 3-5 m. Longitud aproximada de 25 m.

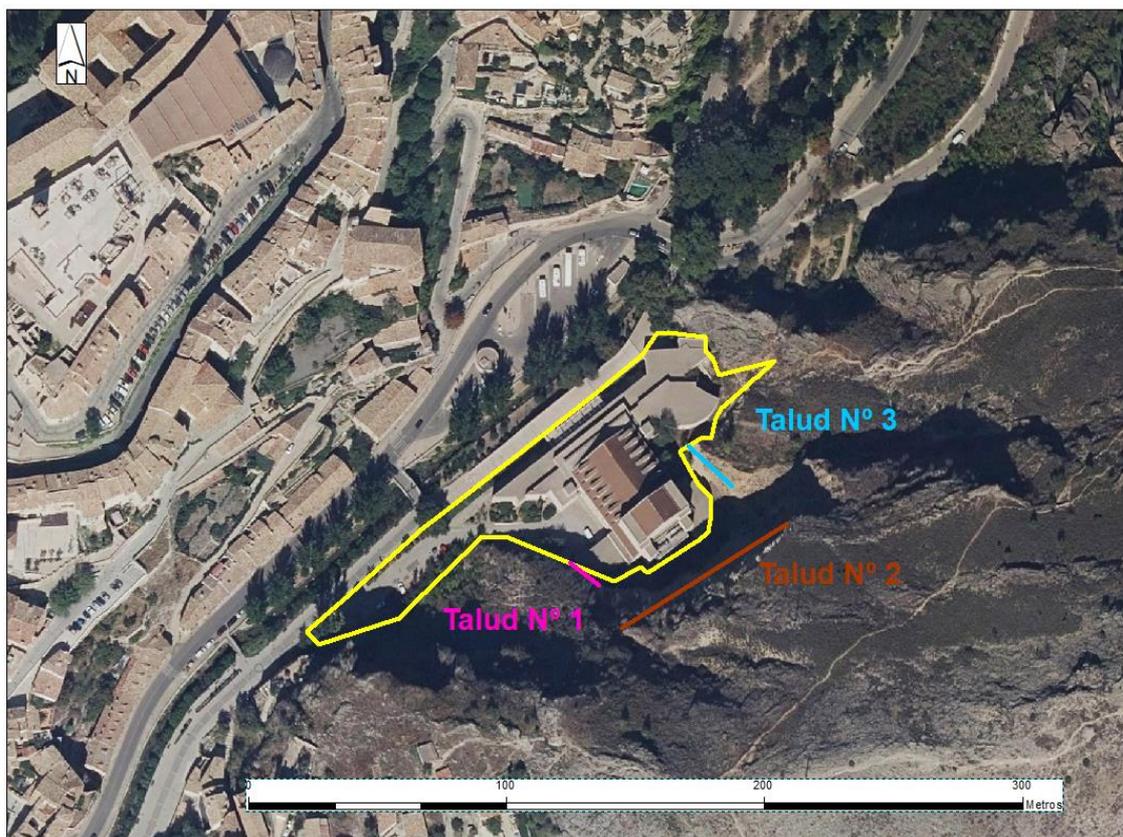


Fig.9. Tramificación de los diferentes taludes inspeccionados y contorno de la parcela (amarillo) de la Dirección General de Catastro. Imagen en Arcmap solapada sobre la Ortofoto PNOA máxima actualidad (Fuente: Centro de descargas del IGN <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>).



Se trata de un macizo rocoso (Fig. 10) de carácter kárstico, conformado por rocas dolomíticas/calizas y brechas recristalizadas del Cretácico que muestran puntualmente oquedades kársticas y signos de circulación de agua. Este sustrato rocoso tiene diferente grado de meteorización y alteración, el cual es más pronunciado (Grado VI ISRM, 1989) en el talud septentrional (talud nº 3).

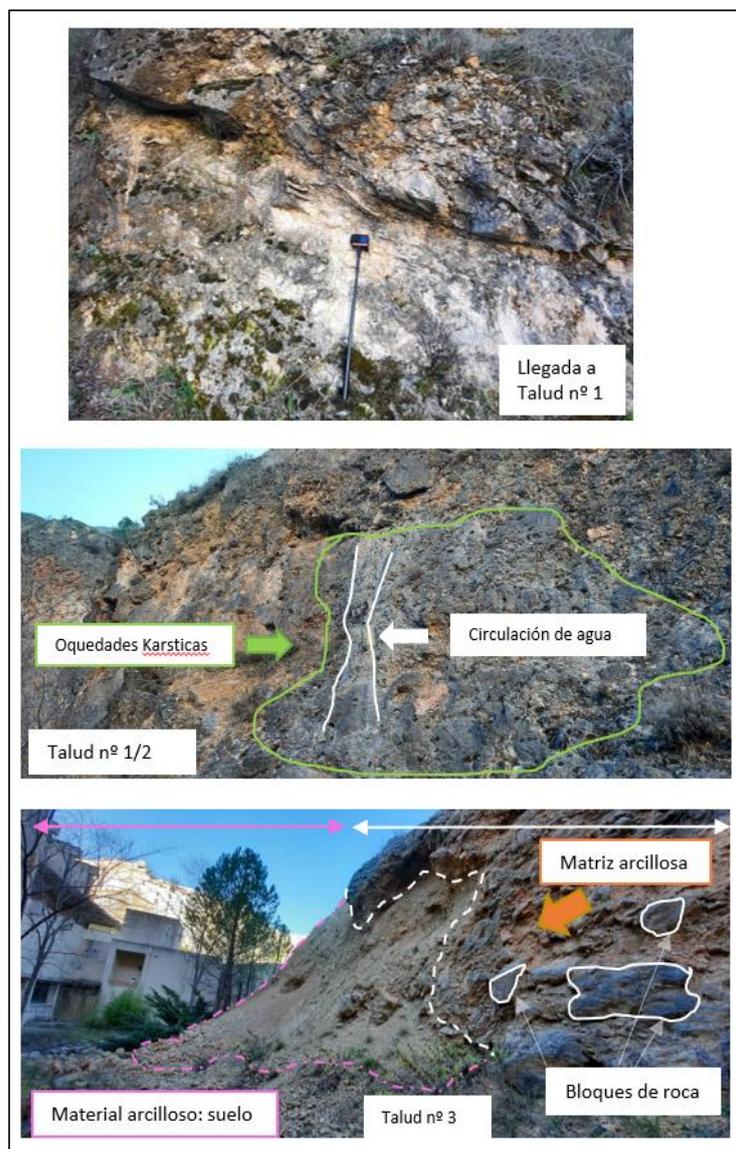


Fig.10. Diferentes estados del macizo rocoso en los taludes inspeccionados. La fotografía superior corresponde a la rampa de entrada del aparcamiento en la zona de llegada al talud nº 1. En esta zona se identifica un sustrato rocoso competente compuesto por dolomías/calizas y brechas dolomíticas. En la fotografía central, la presencia de oquedades kársticas y signos de la circulación del agua. La fotografía inferior corresponde a la zona del talud nº 3 en donde se aprecia material de derrubio procedente (color rosa) de la denudación del macizo rocoso donde se alternan zonas de roca embebidas en matriz arcillosa.



Debido al grado de recristalización y a la acción erosiva de los distintos agentes medioambientales, el macizo rocoso presenta de forma global una estructura masiva, aunque hay zonas donde es posible identificar los planos de estratificación (So). Presenta buzamientos suaves, en torno a 10-35° (Fig.11), y su continuidad es difícil de seguir a lo largo de los afloramientos.

En sentido estricto, la disposición subhorizontal de la estratificación ha permitido garantizar la estabilidad global de los taludes, en especial del nº 2, desde el momento en que la actividad extractiva fue abandonada.

Pero la existencia de discontinuidades verticales de continuidad y espaciado irregular (Fig. 11), generadas por la descompresión del macizo rocoso en su parte más alta y externa, y su intersección con los planos de estratificación presentes en el entorno, generan la individualización bloques de roca de diferentes tamaños y que por efecto de la gravedad terminan cayendo en el pie del talud.

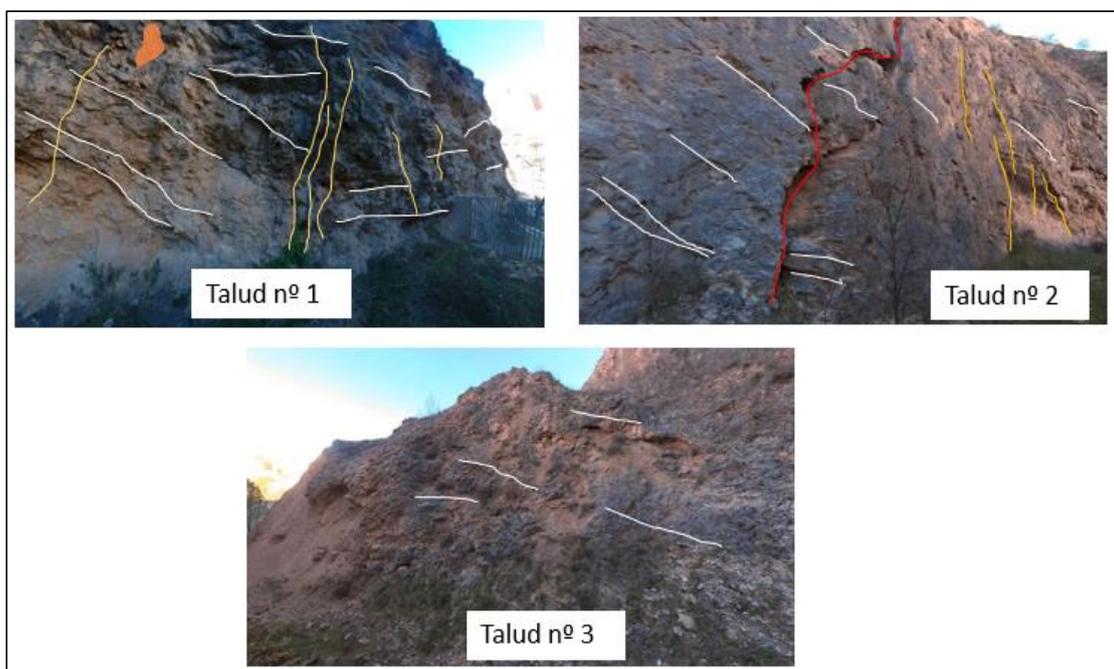


Fig.11. Identificación de la estratificación (So) y otras familias de discontinuidades en los taludes inspeccionados. Las líneas en blanco representan el plano de estratificación. La línea naranja corresponde a planos verticales de discontinuidades. La línea roja identifica la banda de disolución identificada en el talud nº 2 por efecto de la karstificación con el paso del tiempo.

Sobre el espacio existente entre el edificio y el talud, se constatan numerables fragmentos rocosos (Fig.12) de tamaño centimétrico-decimétrico, y puntuales bloques métricos, lo que demuestra que el fenómeno es recurrente en la parcela y que, tal y como se ha expuesto en capítulos previos, se acelera con la llegada de eventos intensos de lluvias en cortos periodo de tiempo y/o durante días donde las temperaturas son lo suficientemente extremas como para generar hielo en fracturas y desarrollar su acción mecánica erosiva. Hecho que termina por separar estos bloques del sistema rocoso. Estos bloques pueden llegar a quedar adosados a la pared del edificio.





Fig.12. Localización de bloques de roca de distinto tamaño en toda la zona circundante al edificio. Son innumerables los bloques pequeños (centímetro/decímetro) aunque también, se aprecian fragmentos de tamaño métrico (cuadrado blanco). En la fotografía inferior los bloques rodeados con círculo proceden de la fragmentación de la última caída ocurrida en octubre de 2021 que proceden de la banda de disolución existente en el talud nº 2. El alcance de los bloques caídos llega hasta la misma fachada del edificio.

En el **talud nº 1**, al que se accede a través de un cerramiento metálico, la combinación de la estratificación con diversas familias de discontinuidades/grietas verticales genera bloques rocosos de distinto tamaño. Algunos ya han caído y otros están situados en condiciones cinemáticamente posibles de caída libre o arrastre ladera abajo. A esto se añaden múltiples zonas en voladizo que tienen una alta probabilidad de que desencadenen nuevas caídas a corto y largo plazo.

Se identifican en el afloramiento las cicatrices de los desprendimientos más recientes en el tiempo como zonas frescas de color más anaranjado (Fig.13).



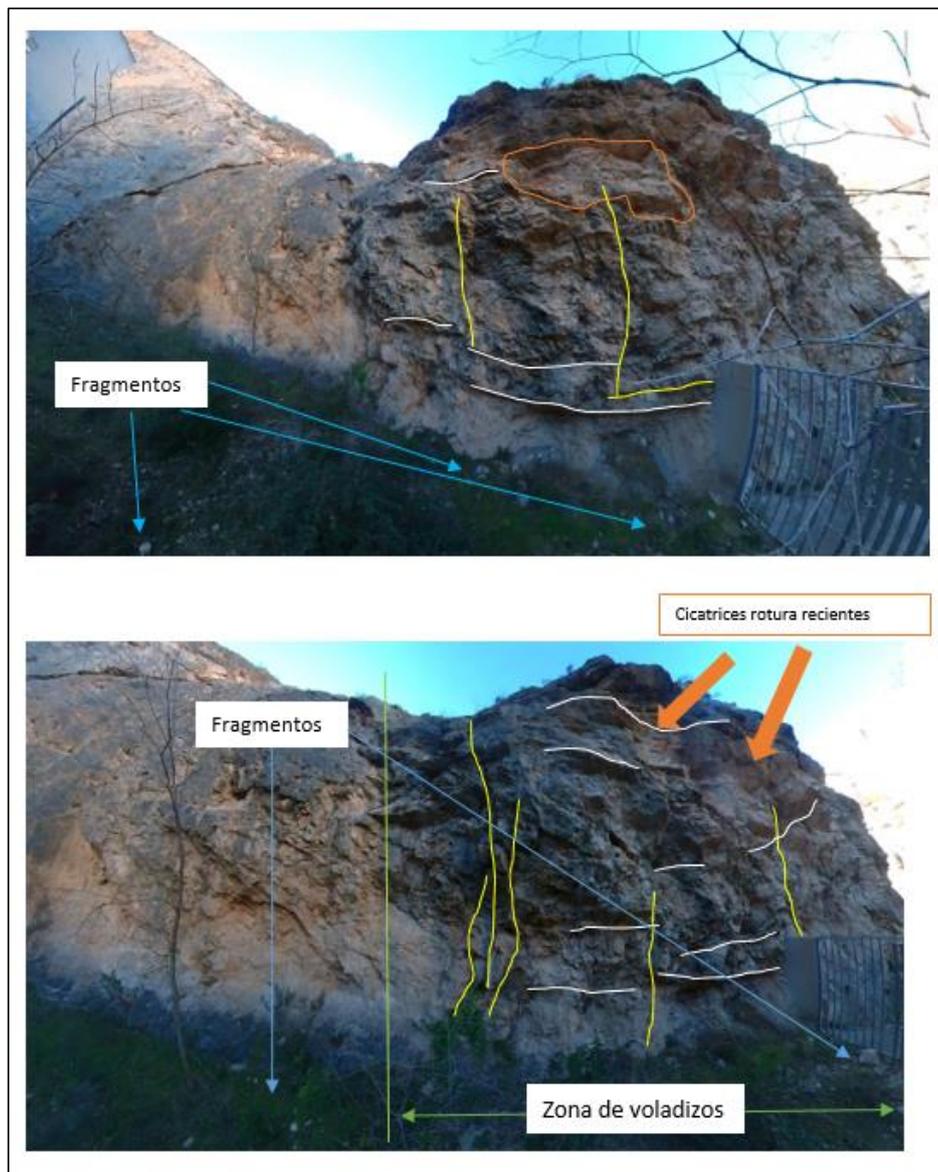


Fig. 13. Localización de zonas de voladizo en el talud nº 1. Las líneas en blanco representan la estratificación; las amarillas son los planos de discontinuidad vertical. El contorno en naranja de la fotografía superior se ha destacado como ejemplo de las zonas de voladizo presentes. Se observan, además, innumerable cantidad de bloques en el pie del talud.

Con respecto al **talud nº 2**, que es el de mayor envergadura tanto en altura como en longitud, presenta un frente bastante estable con la excepción de particularidades que se comentan a continuación.

Según la inspección llevada a cabo y soportada por los videos 360, se trata de bandas transversales orientadas de SW a NE que representan grietas amplias por efecto de la karstificación. Las dos más importantes están separadas unos 50 metros y entre ellas se está empezando a desarrollar una tercera, aun en estado incipiente (Fig. 14).





Fig.14. Fotografía tomada desde la cubierta del teatro auditorio en su parte trasera. Se observan 2 bandas oblicuas al talud vertical y otra incipiente a distinta cota topográfica. La banda con mayor apertura (1.5 m) de menor cota topográfica se ha representado con trazo marrón y tiene continuidad hacia la parte baja del talud mientras que la otra banda de menor anchura (< 0.5 m), se localiza a mayor cota topográfica y se ha representado con trazo amarillo.

Se interpreta que estas bandas corresponden con puntos donde la karstificación está siendo muy activa. El agua de escorrentía ha ido infiltrándose a lo largo del tiempo y ha comenzado la alteración de las fracturas originales, dando lugar a la disolución de la roca y a la generación de rellenos arcillosos de alteración.

La banda más ancha ha generado a su vez, la creación de dos vías de circulación preferente del agua, de tal manera que ha dado lugar a que un bloque rocoso de grandes dimensiones (Fig. 15) se esté individualizado del macizo rocoso.

Por efecto de la gravedad y la gran precipitación de lluvia recibida, ha generado la caída y fragmentación de la parte más baja de este bloque, generando distintos bloques que quedan ilustrados en la Fig. 12 y 15.





Fig.15. Fotografías tomadas desde distintos puntos de vista ilustrando el estado en el que se encuentra el bloque rocoso que se está separando del macizo por efecto de la acción erosiva del agua en la roca. La fotografía de la izquierda se ha tomado desde la cubierta del edificio mientras que la superior está realizada a cota de pie de talud. Las flechas marcan la separación de la grieta (1.5 m). Abajo, los bloques fragmentados con unos tamaños aproximados de 50*60 cm. En ellos se observan 2 tonalidades: la zona de color anaranjado corresponde a un corte fresco de la roca mientras que la parte negra, es la superficie alterada de la cara del talud.

Con respecto a las otras bandas existentes, que tienen menor apertura de las grietas; solo podemos indicar que tendrán un mismo comportamiento y actuarán como canales de disolución de la roca existente pero este proceso será dilatado en el tiempo (varias decenas de años). Aun así, tendrá que considerarse su presencia de cara al dimensionamiento de medidas preventivas en años.

En el talud nº 2 existe también algún voladizo (Fig.16) de entidad suficiente como para ser tenido en cuenta de cara al dimensionamiento de medidas de tipo estructural que puedan reforzar su zona más baja al estar pensada a sufrir caídas libres de bloques.



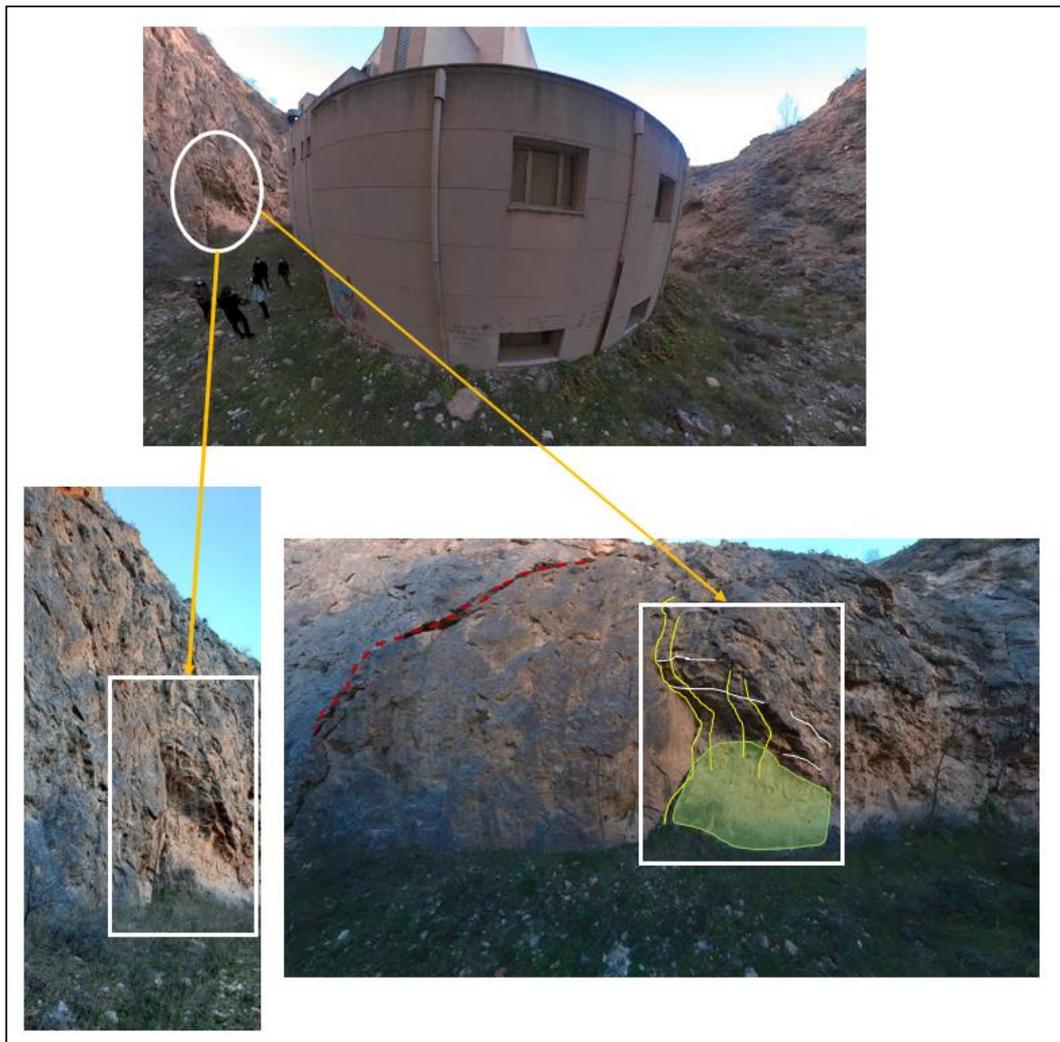


Fig.16. Localización del voladizo en el talud nº 2 en relación a su posición sobre el edificio y al sureste de la banda de disolución con mayor apertura. Las líneas en blanco representan los planos de estratificación mientras que las líneas en amarillo representan las discontinuidades verticales. El contorno en verde representa otra familia de discontinuidad.

En la zona de transición entre talud nº 2 y 3, en la pared rocosa, se identifican impactos de bloques de fragmentos procedentes de cotas más altas. Quedan caracterizados por tonalidades blancas como consecuencia del impacto en dicha pared. (Fig. 17). Los fragmentos se distribuyen radialmente en forma de abanico por el pie del talud, tal y como se aprecia en la figura.



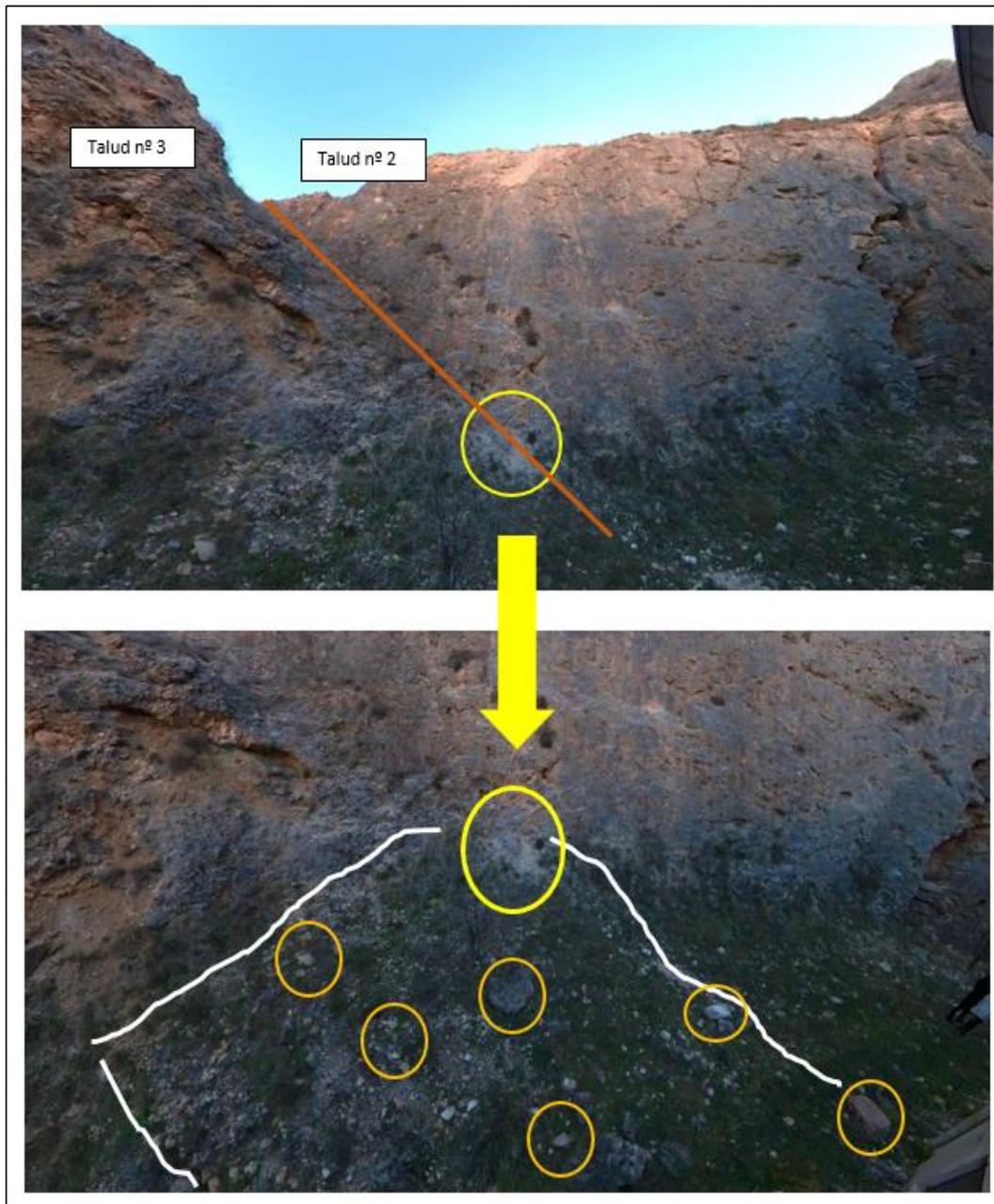


Fig. 17. Localización de zonas de impacto de bloques en la pared entre los taludes nº 2 y 3 mediante muestras blancas. La fotografía inferior muestra la distribución de los fragmentos más grandes.

Por último, indicar que en **el talud nº 3** el macizo rocoso está bastante alterado. Se identifican materiales arcillosos, mucho chineo (fragmentos milimétricos-centimétricos) interrelacionados con zonas en las que los bloques de rocas están embebidos en una matriz arcillosa (Fig. 10, 11 y 18). Estos materiales están tapizando y enterrando algunas muestras de árboles existentes.



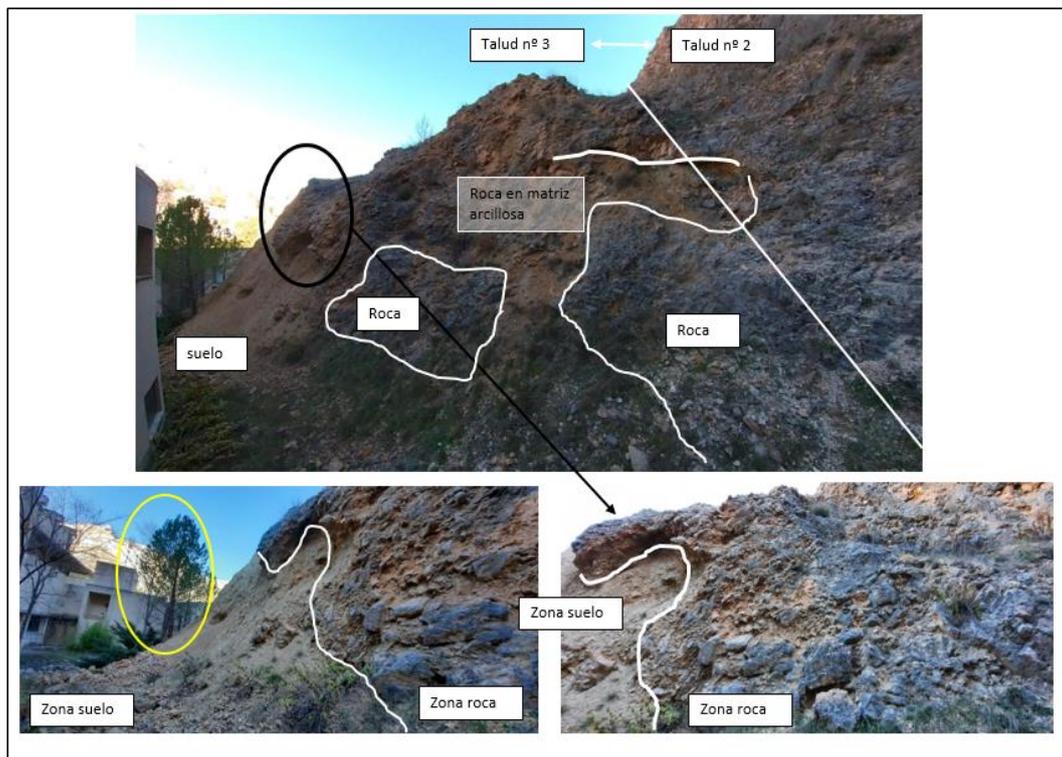


Figura 18: Estado de los materiales que constituyen el talud nº 3. Se alternan puntos donde el macizo rocoso constituido por rocas presenta una fuerte alteración/meteorización que ha generado materiales sueltos y de comportamiento geotécnico tipo suelo. En círculo se identifica la parte de arbolado que está siendo enterrada por el derrubio de ladera.

4.- Conclusiones

Se trata de un macizo rocoso antropizado por la actividad extractiva industrial de mediados del siglo XX y que presenta un grado de fracturación media, con mayor intensidad en el talud nº 1.

La inspección llevada a cabo ha servido para una primera toma de contacto con los taludes. A partir de ella, se han derivado en gabinete, los factores que condicionan y desencadenan los desprendimientos de roca.

Este fenómeno de desprendimientos de bloques es recurrente en la parcela y seguirá produciéndose en el tiempo, siendo las precipitaciones intensas y las heladas el principal factor que los **desencadena**. Sus dimensiones y ocurrencia no pueden definirse con exactitud al no disponer de datos de ellos.

La disposición (orientación y buzamiento) del plano de estratificación (en aquellas zonas donde están presentes) de la roca dolomítica/caliza y las distintas familias de discontinuidades existentes; de las que al menos hemos constatado una familia vertical y otra subvertical; ha **condicionado** la generación de bloques de roca de distinta geometría y tamaño. La continuidad y espaciado de cada una de estas familias delimita el tamaño de los fragmentos, siendo los más abundantes de orden centimétrico y decimétrico. Se constata además la presencia de bloques de orden métrico/submétrico más frecuentes en el talud nº2.





La configuración de la topografía a través de un escarpe vertical de menor cota topográfica que el cerro del Socorro, ubicado más al sureste, permite que el agua de precipitación sea reconducida por gravedad por este frente a la vez que penetra por el sistema de juntas/discontinuidades existentes. Altera la roca sólida mediante el lavado y favorece la apertura de determinadas grietas, entre las que destacamos las bandas de disolución existentes, y el relleno con materiales arcillosos. La consecuencia de este proceso dilatado en el tiempo ha sido la individualización de un bloque de grandes dimensiones del macizo rocoso. Las **intensas precipitaciones**, registradas los días en los que se produjeron los desprendimientos, han sido responsables de la caída de la parte más baja de este bloque; dejando el resto en una situación muy precaria.

Se constata además que en ese mismo talud nº 2, son recurrentes las caídas de bloques. Las evidencias son las zonas de impacto que han quedado identificadas como partes más blancas en el frente de roca. La zona de llegada de los bloques contempla el espacio limitado que existen entre el talud y el edificio; llegando incluso al mismo borde del edificio. Consideramos que las zonas fuente de estos bloques se corresponden con la parta más alta de este talud. Esto deberá verificarse en una fase posterior ya que debido a la altura no ha sido posible inspeccionar la cabecera.

La mayor intensidad de la fracturación a pie de taludes, corresponde con el área del talud nº 1, donde se localiza el cerramiento metálico. El menor espaciado entre la estratificación y las familias de discontinuidades ha dado lugar a mayor cantidad de bloques de tamaños decimétricos. Muchos de ellos están en una situación límite a punto de caer por acción de la gravedad y/o agentes atmosféricos. Existen, además, muchas zonas de voladizos que tendrán que ser tratadas para evitar futuros eventos, tanto en la entrada como en la salida del cerramiento existente.

La mayor alteración del macizo rocoso queda mostrada en el talud nº 3, en el que coexisten zonas de roca embebidas en una matriz arcillosa y zonas de suelo que se han convertido en un derrubio inestable que está taponando varios árboles existentes.

5- Recomendaciones

Se recomiendan llevar a cabo las siguientes actuaciones destinadas a minimizar, en la medida de lo posible, el riesgo ante futuros desprendimientos. Dichas actuaciones deberán de ser dimensionadas apropiadamente por especialistas en estabilización y protección de taludes.

Para ello, es altamente recomendable que, como parte de este dimensionamiento, se lleve a cabo un estudio detallado de la fracturación del macizo rocoso bien mediante estaciones geomecánicas o, dada la dificultad de acceso a la parte alta del talud; se empleen técnicas fotogramétricas que con un bajo coste permiten elaborar modelos del terreno muy precisos en cuanto a mediciones (volumen, superficies).

Talud nº 1

- Reubicar la zona de vallado hacia el exterior para no permitir la entrada a la zona de voladizos.
- Ubicación de cartelería informativa claramente visible, situada de forma adecuada y anclada de manera que pueda resistir actos vandálicos e inclemencias del tiempo, sobre la susceptibilidad de nuevos desprendimientos.
- Limpieza y retirada de materiales arrastrados y/o caídos y ejecución de determinados saneos puntuales, tomando como precaución que se eviten nuevas inestabilidades.

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

CSV : GEN-e865-88fd-f8d2-949e-7a75-d5ae-acd0-6b65

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm

FIRMANTE(1) : MONICA MARTÍNEZ CORBELLA | FECHA : 22/02/2022 09:24 | Sin acción específica

FIRMANTE(2) : RAQUEL MORALES GARCIA | FECHA : 22/02/2022 09:33 | Aprueba





- Estabilización de los voladizos con diseño de anclajes dimensionados correctamente en cuanto a su longitud de anclaje, tensión y distribución geométrica.
- Mallas de triple torsión anclada en la parte superior con barras de anclaje de acero, y cosida al talud mediante bulones y/o malla colgada a modo de guía extendida por todo el talud, con contrapesos en los extremos inferiores.

Talud nº 2

- Limpieza y retirada de bloques caídos y fragmentados.
- Establecimiento de un muro perimetral de protección en la parte baja del talud para aislarlo a la vez que sirva como elemento disuasorio para evitar la exposición de personas a futuros desprendimientos.
- Ubicación de cartelera informativa claramente visible que indique la posibilidad de caída de rocas. Tendrá que situarse de forma adecuada y debe de estar anclada para que pueda resistir tanto actos vandálicos como inclemencias del tiempo.
- Respecto al gran bloque que existe en la banda de disolución, si las condiciones de espacio, maniobrabilidad de maquinaria, etc., lo permiten, deberá eliminarse. Si no es factible, deberá someterse a un proceso de estabilización.
- Medidas que eviten la entrada de agua en la banda de disolución para ralentizar el movimiento del bloque inferior si es que finalmente éste quede reforzado en su emplazamiento.
- Mallas de triple torsión anclada en la parte superior con barras de anclaje de acero, y cosida al talud mediante bulones y/o malla colgada a modo de guía extendida por todo el talud, con contrapesos en los extremos inferiores.

Talud nº 3

- Limpieza y retirada de bloques caídos y fragmentados.
- Ejecución de determinados saneos puntuales, tomando como precaución que se eviten nuevas inestabilidades.
- Ubicación de cartelera informativa claramente visible que indique la posibilidad de caída de rocas. Tendrá que situarse de forma adecuada y debe de estar anclada para que pueda resistir tanto actos vandálicos como inclemencias del tiempo.
- Protección de la zona de mayor presencia de derrubio y material tipo suelo con un muro de revestimiento construido con piedra natural. Así se protegerán los materiales arcillosos de la acción de las aguas de lluvia, evitando la caída sucesiva de pequeños bloques decimétricos/submétricos hacia el edificio.

En Madrid, a 18 de febrero de 2022

La Autora del Informe:
Mónica Martínez Corbella
Dpto. de Riesgos Geológicos y Cambio Climático
Centro Nacional IGME, CSIC

Vº Bº: Jefa del Proyecto:
Raquel Morales García
Departamento de Aguas y Cambio Global
Centro Nacional IGME, CSIC

MINISTERIO DE CIENCIA E
INNOVACIÓN

INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

CSV : GEN-e865-88fd-f8d2-949e-7a75-d5ae-acd0-6b65

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>

FIRMANTE(1) : MONICA MARTÍNEZ CORBELLA | FECHA : 22/02/2022 09:24 | Sin acción específica

FIRMANTE(2) : RAQUEL MORALES GARCIA | FECHA : 22/02/2022 09:33 | Aprueba





8.- Bibliografía

- 20211104_Informe_Desprendimientos_Auditorio AYO Cuenca en formato pdf (3 paginas).
- Gabaldón, V., Del Olmo, P., Alvaro, M. (1986). Mapa Geológico de España a escala 1:50.000; Segunda Serie. Hoja Geológica 610 Cuenca (Publicada por el IGME en 1989)
- Mapa de Rocas Industriales escala 1:200.000. Hoja nº 46 6/6. IGME (1974)
- González de Vallejo L. I.; Ferrer Gijón, M., Manual de campo para la descripción de macizos rocosos en afloramientos. IGME (2007)
- Sede electrónica del Catastro. (<https://www.sedecatastro.gob.es/>)
- Sede electrónica del Sistema Automático de Información Hidrológica (S.A.I.H) de la Confederación Hidrográfica del Júcar (<http://saih.chj.es/chj/saih/?f>)
- Centro de descargas del CNIG (IGN) <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>
- Datos climáticos. (<https://es.climate-data.org/>)

