

takurunna

NÚMEROS 10/11 • AÑOS 2020/21 • ISSN 2253-6191

[ANUARIO DE ESTUDIOS SOBRE
RONDA Y LA SERRANÍA]

ESTUDIOS EN HOMENAJE AL ARQUEÓLOGO
PEDRO CANTALEJO DUARTE

José Ramos Muñoz
Virgilio Martínez Enamorado
Francisco Siles Guerrero
(EDITORES)



takurunna

NÚMEROS 10/11 • AÑOS 2020/21 • ISSN 2253-6191

CONSEJO CIENTÍFICO

FATIHA BENLABBAH (Instituto Hispano-Luso de Rabat)
ROSARIO CAMACHO MARTÍNEZ (Universidad de Málaga)
JUAN ANTONIO CHAVARRÍA VARGAS (Universidad Complutense de Madrid)
MERCEDES GAMERO ROJAS (Universidad Sevilla)
EDUARDO GARCÍA ALFONSO (Consejería de Cultura, Junta de Andalucía)
MARÍA LUISA GÓMEZ MORENO (Universidad de Málaga)
JOSÉ GÓMEZ ZOTANO (Universidad de Granada)
JUAN ANTONIO MARTÍN RUIZ (Academia Andaluza de la Historia)
DIRCE MARZOLI (Instituto Arqueológico Alemán)
MANUEL MORENO ALONSO (Universidad de Sevilla)
JOSÉ RAMOS MUÑOZ (Universidad de Cádiz)
FÉLIX RETAMERO SERRALVO (Universitat Autònoma de Barcelona)
SALVADOR RODRÍGUEZ BECERRA (Universidad de Sevilla)
JUAN ANTONIO SÁNCHEZ LÓPEZ (Universidad de Málaga)

CONSEJO DE REDACCIÓN

ÁNGEL IGNACIO AGUILAR CUESTA - PEDRO CANTALEJO DUARTE
JOSÉ ANTONIO CASTILLO RODRÍGUEZ
JOSÉ MARÍA GUTIÉRREZ LÓPEZ - IGNACIO HERRERA DE LA MUELA
LUIS IGLESIAS GARCÍA - MANUEL JIMÉNEZ PULIDO
RAFAEL VALENTÍN LÓPEZ FLORES - ESTEBAN LÓPEZ GARCÍA
ALFONSO PRADO ARTIACH - EULOGIO RODRÍGUEZ BECERRA
JOSÉ MIGUEL RODRÍGUEZ CALVENTE - MARÍA ANTONIA SALAS ORGANVÍDEZ
PEDRO SIERRA DE CÓZAR - MARÍA DE LA PAZ TENORIO GONZÁLEZ

EDITORES

JOSÉ MANUEL DORADO RUEDA (Editorial La Serranía)
JOSÉ ANTONIO CASTILLO RODRÍGUEZ (Instituto de Estudios de Ronda y la Serranía)

DIRECTOR

FRANCISCO SILES GUERRERO

VICEDIRECTOR

VIRGILIO MARTÍNEZ ENAMORADO

SECRETARIO

SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ



ÍNDICE

TESTIMONIOS DE AFECTO Y AMISTAD

<i>Homenaje y reconocimiento al amigo y compañero Pedro Cantalejo Duarte con motivo de su jubilación. Reflexiones sobre investigación de base, gestión, conservación y socialización del Patrimonio Histórico.</i> JOSÉ RAMOS MUÑOZ	13
<i>El hombre que leía las cuevas.</i> VIRGILIO MARTÍNEZ ENAMORADO	99
<i>Amigo y colega Pedro Cantalejo.</i> EUDALD CARBONELL	103
<i>¿Tienes un bolígrafo para mí? Encuentros con Pedro Cantalejo.</i> GERD-CHRISTIAN WENIGER	105
<i>¿Para qué va a ser? Las hicieron para que nosotros las viéramos.</i> MANUEL PIMENTEL SILES	107
<i>El maestro del laberinto.</i> MANUEL ALONSO NAVARRO ESPINOSA	111
<i>Laudatio a Pedro Cantalejo 2022.</i> JOSÉ ENRIQUE MÁRQUEZ ROMERO, JOSÉ SUÁREZ PADILLA Y VÍCTOR JIMÉNEZ JÁIMEZ	115
<i>Dedicatoria personal.</i> LIDIA CABELLO LIGERO	117
<i>Testimonio de afecto a Pedro Cantalejo.</i> EDUARDO VIJANDE VILA	119
<i>Testimonio de afecto y amistad a Pedro Cantalejo.</i> ADOLFO MORENO MÁRQUEZ	121

<i>Notas de reconocimiento a Pedro Cantalejo por la amistad profesada y aportación científica a la arqueología malagueña.</i> ÁNGEL RECIO RUIZ	123
<i>Un bonito Camino.</i> CARLOS VASSEROT ANTÓN	127
<i>A Pedro Cantalejo, maestro y guía en la oscuridad de los inicios.</i> SERAFÍN BECERRA MARTÍN	133
<i>Homenaje a Pedro Cantalejo.</i> ALEJANDRO MUÑOZ MUÑOZ	143
<i>Testimonio de gratitud a Pedro Cantalejo Duarte.</i> IKER LAISEKA URÍA	147
<i>Amigo y colega Pedro Cantalejo.</i> MANUEL BECERRA PARRA	149
<i>Testimonio de agradecimiento a Pedro Cantalejo de sus compañeros del Museo y Cueva de Ardales.</i> GERARDO ANAYA PAZ ET ALII.....	153
<i>A Pedro Cantalejo Duarte.</i> TONI CIFUENTES ET ALII	163

ARTÍCULOS

<i>Evolución del asentamiento humano en la región de Aïn Beni Mathar-Guefaït (Jerada, Marruecos Oriental). Investigaciones recientes y cartografía del poblamiento humano al norte del Sáhara.</i> ROBERT SALA-RAMOS ET ALII	179
<i>Sobre el origen hipogenético de la Cueva de Ardales y otras cavidades de la Serrezuela y su relación con las aguas sulfurosas de los Baños de Carratraca (Málaga).</i> JUAN JOSÉ DURÁN VALSERO ET ALII	205
<i>Cueva de Ardales: un caso de estudio para comprender el papel simbólico de las cuevas en el Paleolítico medio.</i> AFRICA PITARCH MARTÍ, FRANCESCO D'ERRICO Y JOÃO ZILHÃO	219

<i>La divulgación de la Cueva de Ardales y la prensa escrita local.</i> JUAN CARLOS DÍEZ FERNÁNDEZ-LOMANA	243
<i>Las manos positivas del arte rupestre paleolítico en la Península Ibérica.</i> HIPÓLITO COLLADO GIRALDO	255
<i>A vueltas con la Cueva de Atlánterra (Zahara de los Atunes, Cádiz, Andalucía): Una propuesta cronológica de su registro gráfico paleolítico desde el reestudio parietal y los enclaves arqueológicos circundantes.</i> DIEGO SALVADOR FERNÁNDEZ SÁNCHEZ	315
<i>La Cueva del Haza (Ramales de la Victoria, Santander).</i> JOAQUÍN EGUIZABAL TORRE Y JOSÉ M. ^a CEBALLOS DEL MORAL	361
<i>Reconstructing social networks through Palaeolithic art: graphic interactions in the Later Magdalenian.</i> MARCOS GARCÍA-DÍEZ ET ALII	367
<i>La conservación de la Cueva de Nerja desde la perspectiva de la investigación interdisciplinar en el marco de su proyecto general de investigación.</i> LUIS-EFRÉN FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, YOLANDA DEL ROSAL PADIAL Y CRISTINA LIÑÁN BAENA	387
<i>La convención de patas paralelas divergentes de la cabra M-4 de la Cova de les Meravelles. Una aproximación a su significación estilística y al papel de las representaciones de cabras en el arte Pre-magdalenense.</i> ANA CANTÓ Y VALENTÍN VILLAVERDE	419
<i>Agujas de hueso del extremo occidental de Eurasia: los datos del Paleolítico de Andalucía (España).</i> J. EMILI AURA TORTOSA, VANESSA EXTREM MEMBRADO Y JESÚS F. JORDÁ PARDO ...	449
<i>Aproximación al estudio de las materias primas líticas del Paleolítico de la comarca del río Guadalteba (Málaga).</i> LIDIA CABELLO LIGERO ET ALII	465
<i>El papel de los moluscos marinos y de agua dulce en las sociedades prehistóricas de la comarca del Guadalteba (provincia de Málaga). Una visión en proceso histórico.</i> JUAN JESÚS CANTILLO DUARTE Y SERAFÍN BECERRA MARTÍN	485
<i>La ocupación del ámbito de la bahía de Málaga entre el VI y el III milenio a. n. e.: Estado de la cuestión.</i> SERAFÍN BECERRA MARTÍN, JOSÉ SUÁREZ PADILLA Y JOSÉ ANTONIO SANTAMARÍA GARCÍA	519

¿Por qué hacemos lo que hacemos?

ASSUMPCIÓ VILA MITJÀ Y JORDI ESTÉVEZ ESCALERA 553

* * *

CRÓNICA DE AL-ÁNDALUS EN LA SERRANÍA.

DE LOS NOMBRES DE SUS GENTES Y SUS LUGARES (V) 575

1. *Otro hidrónimo más con etimología desentrañada para la nómima fluvial de al-Andalus: el río Guadarrín de Faraján.*

VIRGILIO MARTÍNEZ ENAMORADO Y JUAN ANTONIO CHAVARRÍA VARGAS 577

2. *Dos nuevos topónimos andalusíes de la Algarbía malagueña.*

VIRGILIO MARTÍNEZ ENAMORADO 584

3. *Testimonio de los Gelidassen en la Algarbía malagueña: el caso de Casarabonela.*

VIRGILIO MARTÍNEZ ENAMORADO Y ESTEBAN LÓPEZ GARCÍA..... 595

4. *Sobre el campo semántico de al-Ŷazīra aplicado a ‘vega’: el caso de la villa de Garciago (Ubrique, Cádiz).*

VIRGILIO MARTÍNEZ ENAMORADO, FRANCISCO SILES GUERRERO
Y LUIS IGLESIAS GARCÍA 611

5. *Evidencias de los imaziguen Miknāsa en la Algarbía malagueña.*

VIRGILIO MARTÍNEZ ENAMORADO, ANTONIO ORDÓÑEZ FRÍAS
Y ESTEBAN LÓPEZ GARCÍA..... 622





ESTUDIOS EN HOMENAJE
A PEDRO CANTALEJO DUARTE

JOSÉ RAMOS MUÑOZ
VIRGILIO MARTÍNEZ ENAMORADO
FRANCISCO SILES GUERRERO

(EDITORES)

LA CONSERVACIÓN DE LA CUEVA DE NERJA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINAR EN EL MARCO DE SU PROYECTO GENERAL DE INVESTIGACIÓN

LUIS-EFRÉN FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ^a, YOLANDA DEL ROSAL PADIAL^b Y CRISTINA LIÑÁN BAENA^c

(INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN CUEVA DE NERJA)

(^a<https://orcid.org/0000-0003-0910-1214>, ^b<https://orcid.org/0000-0003-0755-9336>, ^c<https://orcid.org/0000-0003-3896-6647>)

RESUMEN: La Cueva de Nerja es uno de los yacimientos más y mejor estudiados del sur peninsular. Desde su descubrimiento se han sucedido múltiples campañas arqueológicas, exploraciones espeleológicas, estudios geológicos, faunísticos y microbiológicos. Su doble condición de Bien de Interés Cultural y recurso turístico con un número de visitantes muy elevado hacía necesario dar un giro a los programas de investigación que se desarrollaban en el yacimiento. Las investigaciones en arqueología, geología y biología conformaban estudios aislados. Se hacía imprescindible programar una investigación interdisciplinaria que tuviera como objetivo la mejora del conocimiento científico de la cueva y que permitiera el diseño de las estrategias de gestión y conservación del Bien adecuadas a las necesidades de preservación de sus valores.

PALABRAS CLAVE: Investigación Interdisciplinaria, contexto arqueológico, arte rupestre, monitorización ambiental, biofilms fotosintéticos, impacto antrópico, conservación del patrimonio, biodeterioro.

SUMMARY: Nerja Cave is one of the most and best studied deposits in the south of the peninsula. Since its discovery there have been multiple archaeological campaigns, speleological explorations, geological, fauna and microbiological studies. Its dual status as a Site of Cultural Interest and a tourist resource with a very high number of visitors made it necessary to turn around the research programs that were being developed at the site. Research in archeology, geology, and biology made up isolated studies. It was essential to program interdisciplinary research whose objectives were to improve the scientific knowledge of the cave and which would allow the design of management and conservation strategies appropriate to preserve its values.

KEY WORDS: Interdisciplinary Research, archaeological context, rock art, environmental monitorization, photosynthetic biofilms, anthropic impact, heritage conservation.

El 12 de enero de 1959 se produjo el descubrimiento de la Cueva de Nerja. Algunos días después, ya era evidente y de conocimiento público el indudable valor del patrimonio arqueológico que se conservaba en un espacio natural no menos valioso. Podría considerarse una curiosidad el hecho de que la primera exploración se detuviera en la actual sala de los Fantasmas, en el punto en que los descubridores observaron la presencia de dos restos esqueléticos parcialmente fosilizados en una colada estalagmítica y que hoy hemos podido relacionar con uno de los últimos usos funerarios de la cueva.

En esos primeros años se había iniciado un paulatino proceso de aperturismo en el régimen autárquico y se estaba fomentando el desarrollo del turismo internacional en la Costa del Sol. El descubrimiento de la cueva sirvió a las autoridades como catalizador potencial del fenómeno turístico que, desde ese momento, alcanzaría el extremo oriental de la costa malagueña.

Con las primeras exploraciones y el rápido comienzo de los trabajos de acondicionamiento de un acceso practicable, así como de la construcción de los viales turísticos internos, dieron comienzo las intervenciones arqueológicas. Hoy día hubiera sido bien distinto y, no obstante, en aquellas primeras actuaciones que ahora calificaríamos como “emergencia o urgencia”, ya intervinieron las primeras figuras de la arqueología andaluza y española con el Dr. M. Pellicer Catalá dirigiendo las intervenciones, quien era, por entonces, docente del Departamento de Prehistoria de la Universidad de Granada. Intervenciones posteriores, en la década de los años '60, corrieron a cargo de Ana María de la Quadra y de los responsables del comisariado provincial de excavaciones arqueológicas y organizaciones juveniles provinciales de aquella época. Algo más tarde, los profesores A. Arribas Palau, en lapso de tiempo corto, junto con el Dr. F. Jordá Cerdá, realizaron intervenciones arqueológicas en la sala de la Mina. De un modo u otro, los equipos estuvieron “moderadamente” coordinados y, tras los primeros trabajos destinados a completar el proceso de habilitación turística de la cavidad, podemos interpretar que las siguientes excavaciones y prospecciones quedarían incardinadas en el ámbito de la investigación en sentido estricto.

Las actuaciones sistemáticas quedaron reguladas desde 1995, toda vez que un año antes la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía tenía ya las competencias en materia de Patrimonio Histórico. En este caso, los Dres. Pellicer y Jordá concentraron los trabajos en los testigos dejados en Vestíbulo y, de forma más intensiva, en las salas de la Mina y la Torca. La excavación de Torca permanece aún abierta y con procesos de excavación y muestreos en marcha.

En la Cueva de Nerja confluyen en un mismo espacio importantes valores singulares que hacen de ella un lugar excepcional. El yacimiento, Bien de Interés Cultural con categoría de Zona Arqueológica desde 2006 (BIC), se encuentra ubicado en un marco físico considerado como Lugar de Interés Geológico de Relevancia Internacional y, por tanto, candidato a figurar en la lista internacional del Patrimonio Geológico, siguiendo las directrices del proyecto internacional *Global Geosites* (García-Cortés, 2008). No sólo es una arquitectura kárstica de enormes proporciones y belleza difícil de igualar, también es un espacio subterráneo que archiva un registro de varios millones de años de la historia geológica de la Tierra.

Pero, además, la cueva es también un ecosistema subterráneo de primer orden en el que han sido descritas, hasta el momento, tres especies troglóbias endémicas de la cavidad:

el dipluro *Plusiocampa baetica* (Sendra, 2004), el pseudoescorpión *Ephippiochthnius nerjaensis* (Carabajal Márquez, García Carrillo y Rodríguez Fernández, 2001) y el isópodo *Porcellio narixae* (Cifuentes, 2018).

La administración del complejo turístico/patrimonial quedó articulada, en principio, bajo la fórmula de un Patronato en el que intervenían Gobernación (actualmente Subdelegación del Gobierno Central en Málaga), Diputación Provincial de Málaga y el Excmo. Ayuntamiento de Nerja, una de las particularidades de su explotación turística y de la conservación e investigación desarrollada en el yacimiento. Desde 1999 la figura jurídica de gestión pasó a convertirse en lo que es hoy día, una Fundación Pública de Servicios.

Esta modalidad, cargada de ambigüedades administrativas, dado que se fundamentaba en la Ley de Bases de Régimen Local de 1953 y no se contempla en la actual legislación que regula las entidades municipales, permite actualmente, no obstante su indefinición jurídica, la gestión de la explotación turística de la caverna, su conservación y la investigación aplicada a la misma, siempre con la financiación proporcionada por los recursos propios generados, mayoritariamente, por los ingresos de taquilla. Es, por tanto, el visitante quien sostiene todo el entramado económico de la institución. De esta manera, la Fundación cumple con los dictados impuestos en sus estatutos que, entre otras cosas, cifran como su principal objetivo la conservación y la explotación racional y sostenible de la cueva. Desde un primer momento se conjugaron los conceptos de la cueva como recurso turístico y de la naturaleza del bien, tanto desde una perspectiva de sus valores naturales, como de los patrimoniales. Financiados siempre, con recursos económicos propios, tanto el mantenimiento y mejora de servicios e infraestructuras asociadas, como la plantilla laboral propia y, evidentemente, la investigación y la “conservación” de su patrimonio.

Aún hoy, estos son los medios económicos de que dispone la Fundación para el cumplimiento de sus fines estatutarios, si bien en las últimas décadas y, en casos puntuales, se recibe una colaboración externa por parte de instituciones de investigación y universidades vinculadas al estudio de la cueva que, si bien no son aportaciones monetarias, si suplen determinados aspectos proporcionando equipos de alta tecnología que permiten la realización de analíticas muy concretas, siempre costosas.

En lo estrictamente relacionado con la investigación de la cavidad, durante las dos primeras décadas, la exploración espeleológica, muy unida a los primeros grandes hallazgos y la investigación propiamente dicha del yacimiento arqueológico y el medio geológico que lo contiene, discurrieron prácticamente en paralelo; posteriormente comenzarían a desarrollarse estudios espeleológicos, geológicos, así como los relacionados con la biología de la cueva. En este último caso derivados del interés y

responsabilidad hacia cuestiones relativas a la salubridad del espacio a visitar. No obstante, de la experiencia lograda y de forma extremadamente acertada, con el tiempo fueron el germen de aplicaciones prácticas, imprescindibles en la actualidad, en aspectos concretos y decisivos para la conservación del Bien, toda vez que sirvieron para poner de relieve su utilidad específica ante la evidencia del “impacto microbiológico” que propiciaba la presencia de un número muy elevado de visitantes.

Aunque inicialmente fueron trabajos independientes cuyas líneas se cruzaban ocasionalmente, con el tiempo las tres disciplinas necesarias en el estudio del mundo subterráneo han ido progresivamente dándose la mano hasta alcanzar la actual madurez de los estudios interdisciplinares.

La responsabilidad y el acierto de los rectores del Patronato en este sentido promovió en 1979 la creación de un Consejo Científico Asesor independiente en el que se integraban reputados especialistas de universidades y centros de investigación nacionales. Su cometido consistía en fijar las líneas de investigación necesarias para garantizar el avance de la investigación de la cavidad, tanto en arqueología y geología como, posteriormente, en biología. Otras de sus funciones fueron y son hoy en día, fijar las temáticas de las reuniones científicas, congresos y simposios destinados a la divulgación de los resultados de las investigaciones desarrolladas y, del mismo modo, establecer las líneas editoriales que, entre otros muchos, impulsó la serie de monografías conocidas como “Trabajos sobre la Cueva de Nerja”.¹

Años más tarde, en 1999, a instancias de este Consejo y con el objeto de cumplir los fines recogidos en los estatutos de la Fundación Pública de Servicios Cueva de Nerja referidos a la investigación, la conservación y la difusión del Patrimonio Natural y Cultural de la Cueva de Nerja y de su entorno, fue creado el Instituto de Investigación Cueva de Nerja (IICN), organismo propio integrado por la plantilla científica de la

¹ F. JORDÁ PARDO (coord.), *La Prehistoria de la Cueva de Nerja (Málaga)*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» n.º 1, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1986; F. CARRASCO CANTOS y F. MARÍN GIRÓN (coord.), *Investigación biológica y edafológica Cueva de Nerja (Málaga)*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» n.º 2, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1991; F. CARRASCO CANTOS (coord.), *Geología de la Cueva de Nerja*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja», n.º 3, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1993; J. L. SANCHIDRIÁN TORTI, *Arte rupestre de la Cueva de Nerja*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» n.º 4, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1994; M. PELLICER CATALÁN y A. MORALES MUÑIZ (coord.), *Fauna de la Cueva de Nerja I, Salas de la Mina y de la Torca, campañas 1980-82*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» n.º 5, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1995; M. PELLICER CATALÁN y P. ACOSTA MARTÍNEZ (coord.), *El Neolítico y Calcolítico de la Cueva de Nerja en el contexto andaluz*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» n.º 6, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1997; Y. DEL ROSAL PADIAL (coord.), *Análisis, impacto y evolución de los biofilms fotosintéticos en espeleotemas. El caso de la Cueva de Nerja (Málaga, España)*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» n.º 7, Málaga, Fundación Pública de Servicios Cueva de Nerja, 2017.

FPS Cueva de Nerja. Financiado completamente por la Fundación, forma parte imprescindible de la institución desde su formación, quedando la conservación de la cueva en manos de su equipo. El IICN cuenta, como órgano de gobierno y consultivo, con el Consejo Científico Asesor e integra las tres disciplinas científicas que son los pilares básicos de la conservación e investigación del BIC.

En la actualidad, el Consejo Asesor, ahora ampliado con los miembros del equipo científico del IICN, sigue trabajando y colabora, de forma activa, en la gestión y coordinación de los programas de investigación interdisciplinar aplicada a la conservación que se articulan en un Proyecto General de Investigación (PGI) regulado según el articulado de la Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía (Ley 14/2007) y su desarrollo reglamentario (Reglamento de Actividades Arqueológicas, Decreto 168/2003).

La investigación en la Cueva de Nerja ha pasado por varias etapas y modelos administrativos. Posiblemente las excavaciones arqueológicas son las que han dejado una mayor impronta entre los visitantes, por la espectacularidad de algunos de los hallazgos y la huella física de su desarrollo que puede apreciarse en varias de sus salas.

En las primeras fases, además de las excavaciones desarrolladas en la sala del Vestíbulo, consideradas necesarias para poder abrir la cueva al público, tanto en el nuevo acceso practicado en el antiguo Hoyo del Espino (último rastro que podía percibirse de los accesos utilizados por los grupos prehistóricos), como en el vial que facilita el tránsito del visitante entre las salas del Vestíbulo y del Belén, los numerosos restos observados en las salas internas de la caverna, propició el interés de los especialistas, posiblemente con unos objetivos documentales y valorativos del potencial del registro arqueológico visible en un contexto arqueológico de superficie, que ya debió estar bastante esquilmo por aquellas fechas.² De esta manera, se programaron y realizaron algunos sondeos en los suelos originales de las salas del Belén, la Cascada y Fantasma junto con una pequeña excavación en el acceso a la sala del Cataclismo, en lo que el Dr. Pellicer denominó Cámara VI. Estos trabajos tuvieron un reflejo científico sumario de los resultados obtenidos a pesar de su rápida publicación monográfica (Pellicer, 1962). De estos trabajos encomendados al Dr. Pellicer, se desprenden datos realmente importantes para la reconstrucción de la “biografía” arqueológica del registro prehistórico, de modo que actualmente estamos recuperando información veraz que nos sirve, a la luz de nuevos hallazgos en

² La cueva en los meses posteriores al descubrimiento sufrió un “expolio” importante fundamentalmente por el desconocimiento y la curiosidad propia de la época en relación al valor real de los muchos vestigios arqueológicos que se podían ver en superficie.

los que el detalle de los pequeños hitos e ítems que nos han sido legados son una fuente apreciable para reconstruir el pasado de los usos prehistóricos de estas salas internas del cavernamiento.

Estas actuaciones que hoy contemplamos desde la precariedad de medios y admiramos por el entusiasmo con que se acometieron, fueron el arranque que se perpetuaría durante varias décadas en las que se fueron sucedieron campañas de excavaciones arqueológicas, concentradas en las salas exteriores, Vestíbulo, Mina y Torca; en esta última sala aún continúan los sondeos en los estratos correspondientes a las etapas finales del Paleolítico superior (Sanchidrián *et al.*, 2021).

Paralelamente se desarrollaron estudios en el campo de la geología, dataciones absolutas, hidrogeología y el estudio de la dinámica atmosférica del sistema kárstico, entre muchos otros que, junto con los estudios en el área de biología subterránea generaron un importante volumen de datos que han quedado plasmados en más de un centenar de publicaciones científicas.

No obstante, a mediados de la primera década del presente siglo, tanto desde el Consejo Científico Asesor de la Fundación, como desde la Delegación Territorial de Málaga de la Consejería de Cultura y Dirección General de Bienes Culturales, se impulsó un debate sobre el futuro de las investigaciones y las necesidades reales de conservación de la cavidad.

Los estudios sectoriales habían proporcionado notables avances en la caracterización de la secuencia de las ocupaciones y frecuentaciones arqueológicas, desde el Paleolítico superior hasta, posiblemente, los albores del Bronce. No obstante, entre los muchos bienes que alberga la cueva, es el arte rupestre lo que mejor define su actual situación jurídica como Bien de Interés Cultural con la categoría de Zona Arqueológica refrendado desde su declaración culminada en 2006 con la publicación en el BOJA (Decreto 194/2006). Se dejaba atrás su catalogación de 1961, como Monumento Histórico Artístico, regularizándose su situación legal transitoria como Bien de Interés Cultural por Ministerio de Ley, en vigor desde el momento en que se producen las trasferencias a la Autonomía Andaluza en 1984.

Estos vestigios del poblamiento prehistórico malagueño se encuentran contenidos en un sistema kárstico de grandes dimensiones, cuya génesis, geocronología, hidrogeología, litología y, en general las condiciones naturales del medio ambiente subterráneo, habían comenzado a ser bien conocidos por los investigadores.

Es una conjunción de variables tan numerosa las que intervienen en la adquisición de datos y en su posterior análisis y aplicación práctica, que no pueden analizarse por separado ni desligarse de las dos otras ciencias mayores imprescindibles para su estudio, la geología y la biología.

De esta manera se inició el proceso de reorientación de las fórmulas de investigación en la cavidad. Se buscaba inicialmente la implicación interdisciplinar de las ciencias y técnicas que se habían desarrollado por separado desde su descubrimiento.

Un yacimiento explotado con fines turísticos desde 1960, con un promedio anual de 450.000 visitantes, es evidente que es un yacimiento tremendamente expuesto al deterioro progresivo derivado de la enorme presión antrópica que esto conlleva. La creación del IICN ya suponía una puesta en marcha de mecanismos de control de este impacto y fue el reflejo de la concienciación progresiva hacia un sistema de explotación racional de la cavidad por parte de los rectores de la institución. Otros factores de impacto, tipología y normas de la visita, eventos de diversa índole y actuaciones de todo tipo que afectaban en gran medida y generaban perjuicios a la integridad del BIC, realmente no han podido ser controlados hasta la implantación de estas nuevas líneas de conservación e investigación, con beneficios evidentes.

El equipo de investigación y trabajo debía estar perfectamente coordinado y la búsqueda de los nexos de unión entre las diferentes disciplinas constituía el punto de partida para el inicio de un proyecto donde los estudios no discurrieran de forma paralela, sino de forma fluida, programada y coordinada hacia un objetivo común: un mayor conocimiento del BIC Cueva de Nerja, en todos sus aspectos, dirigido a la mejora de los mecanismos de conservación del bien o a la puesta en marcha de otros que resultasen necesarios a la vista de los datos científicos obtenidos durante el proceso, teniendo en cuenta que muchas de las líneas de investigación que se abrían, bien no habían sido tratadas anteriormente o lo habían sido de forma segmentada y con metodologías que habían quedado anticuadas.

Al amparo jurídico de la Ley de Patrimonio Histórico Andaluz (Ley 14/2007) y su desarrollo reglamentario, se determinó que los trabajos debían quedar encuadrados en la línea de los Proyectos Generales de Investigación (PGI), en este caso, con el necesario epíteto de “interdisciplinar”. Estos programas están regulados en el Reglamento de Actividades Arqueológicas (Decreto 168/2003) y, la estructura formal administrativa, la temporalidad y la objetivación de la actividad, se ajustaron a los puntos fijados en su articulado.

En cualquier caso, el concurso de la geología, la biología e incluso la ingeniería técnica aplicada, aunque bien integradas en los estudios arqueológicos en muchas de sus facetas desde hace varias décadas, no es algo que la administración cultural autonómica contemple con la suficiente claridad. Es la nuestra una legislación con reglamentos interpretables que tienden a encorsetarse en la temática exclusiva de lo estrictamente tutelado, si no en su espíritu, al menos *de facto*.

La Cueva de Nerja es un yacimiento de gran complejidad, único por su secuencia estratigráfica y el elevado número de manifestaciones gráficas rupestres, figurativos, signos, trasferencias de paso y grabados que comprenden desde el Paleolítico superior hasta finales del Calcolítico.

Contenido en un espacio endokárstico que, muy posiblemente por su innegable belleza natural, enmascara en cierto modo tanto al propio yacimiento como el valor real que tiene para la geología como ciencia. Resulta obvio que su interpretación general como ecosistema subterráneo, en el que habitan seres vivos, ha estado siempre bastante al margen de captar la atención de visitantes y gestores. Desvelar los valores de Nerja no es sencillo, ocultos tras la indudable belleza del paisaje subterráneo.

Con este bagaje, se procedió a la búsqueda de una adecuada objetivación para el proyecto interdisciplinar, siempre bajo la premisa inicial de estudios encaminados a hacer posible una conservación adecuada de este bien cultural de amplio espectro.

De entrada, se hacía necesario conciliar los intereses particulares de cada grupo científico implicado, de modo que los antecedentes de estudios sectoriales pudieran imbricarse de forma ordenada y productiva. Adecuar la investigación y propiciar un consenso entre los grupos científicos que sirviera de marco de trabajo adaptado a la legislación que protege los Bienes de Interés Cultural fue el primer objetivo no escrito que se abordó.

En unos procesos de investigación que no partían de cero, el programa de objetivos inicial quedó diferenciado por áreas, arqueología, geología y biología, seleccionando los aspectos a investigar de acuerdo con las necesidades de conservación de la cavidad y las carencias que las investigaciones previas hubieran puesto de relieve. Se partía de la premisa básica extendida ya en proyectos similares, tanto de investigación como de administración y ordenación del patrimonio: *Conocer para proteger*. El proyecto quedaba dirigido por un arqueólogo, acorde a los preceptos legales del RAA, a cargo de la correcta organización de los grupos de trabajo y gestión administrativa del PGI; contando con el apoyo en la organización de los miembros del Consejo Científico Asesor de la Cueva. Posteriormente, la coordinación general de las tres áreas científicas recayó en el equipo del IICN, con especialistas en las tres disciplinas y un conocimiento práctico y cercano a las problemáticas reales de la cavidad.

Así, los objetivos se articularon en dos líneas, por un lado, unos objetivos generales, que resumen el espíritu con el que nació el proyecto, encaminados a determinar la naturaleza y grado de las afecciones al bien generadas por la presión de sus usos turísticos, la caracterización del patrimonio cultural y natural que integra el monumento y el diseño de un modelo que suponga el desarrollo sostenible del BIC, conciliando su conservación/investigación con una explotación racional del mismo y, por

otro lado, unos objetivos específicos de las tres líneas de investigación fundamentales cuya consecución permite dar respuesta a los objetivos generales, encabezados por investigadoras e investigadores de referencia en cada una de las materias abordadas.

Desde la perspectiva de la condición jurídica del yacimiento como BIC, la arqueología partía de un volumen informativo de datos elevado, que se desprendían de las primeras intervenciones y, de forma más exhaustiva, de las excavaciones sistemáticas que se habían desarrollado en las tres salas exteriores. A esto se unía la catalogación del arte rupestre cuya sistematización inició L. Dams en los años '70 del siglo xx (Dams, 1987) y que fue completada con las prospecciones y la edición del catálogo redactado por el Dr. J. L. Sanchidrián editado por la Fundación en 1994.³

Uno de los puntos de partida, que había concitado un interés mediático importante, se fundamentó en algunas dataciones radiométricas obtenidas en las Galerías Altas que podrían indicar una frecuentación de la gruta anterior a la llegada a la Península de humanos anatómicamente modernos. Este hecho también parecía estar respaldado por algunas dataciones sobre indicios de combustión de fuentes de iluminación detectadas en las Galerías Bajas que podrían encuadrar en el Paleolítico superior inicial meridional (Sanchidrián *et al.*, 2013); junto con la posible presencia de utillaje lítico encuadrable en el Modo 3 (Musteriense), localizado en la base de la excavación de la sala de Vestíbulo en las excavaciones desarrolladas por Ana María de la Quadra Salcedo,⁴ lo que podría avalar un uso temprano de la cavidad.

Pese a esto, los datos stratigráficos confirmados, derivados de las excavaciones arqueológicas efectuadas previamente con metodología científica, indican una ocupación constatada de la cueva que se remonta al Gravetiense, seguida secuencialmente por un Solutrense al que se atribuía previamente la responsabilidad de la mayor parte de las manifestaciones gráficas que componen el “santuario rupestre” de Nerja. El Paleolítico superior se cerraba, hasta hace pocas fechas, en los momentos más avanzados del Magdaleniense, cuando comienzan a observarse notables cambios en las formas de vida y en la manera en que estas poblaciones se relacionan, tanto con la cueva como con el medio circundante. Con la entrada en el Holoceno, el registro se describe a partir de una fase Epimagdaleniense, Epipaleolítico de facies microlaminar, a la que sigue una etapa ya claramente mesolítica, Epipaleolítico Geométrico (Aura *et al.*, 1998; Aura *et al.*, 2014 y Fernández *et al.*, 2020). El paso a las sociedades

³ J. L. SANCHIDRIÁN TORTI, *Arte rupestre de la Cueva de Nerja*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» n.º 4, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1994.

⁴ Excavaciones que permanecen en buena parte inéditas o bien se han citado o releído de forma puntual por otros investigadores.

productoras que en Nerja registra una rápida asunción de la agricultura con base en cereales y leguminosas, registra una ocupación en los espacios exteriores de la cueva que, conforme avanza el Neolítico se va trasladando a superficie, con un extenso asentamiento que se perpetúa durante el Calcolítico.⁵ Las salas internas registrarán una intensa actividad funeraria a lo largo de la Prehistoria Reciente que se extiende prácticamente hasta el abandono del espacio subterráneo (Pellicer *et al.*, 1997 y Jordá Pardo *et al.*, 2013).

En su condición de “Cueva Decorada”, Nerja puede ser considerada como uno de los santuarios paleolíticos de mayores dimensiones de Europa. Se han documentado varios centenares de grafías paleolíticas y postpaleolíticas que alcanzan desde las entradas hasta las salas internas próximas a las Galerías Nuevas. El bestiario es ciertamente reducido, cabra, caballo, ciervo/a y algunos pisciformes que incluyen los posibles pinnípedos del Camarín de los Pisciformes. A diferencia de otros núcleos rupestres, en Nerja se observa un gran desarrollo de signos y rastros abstractos que “codifican” amplias zonas de la cueva (Sanchidrián, 1994).

A pesar de disponer de un nivel de conocimiento elevado del yacimiento, el programa de arqueología para el PGI, se vio en la necesidad inicial de abordar varias cuestiones que afectaban directamente a la conservación del registro arqueológico.⁶ Las áreas de excavación de las salas exteriores habían permanecido abiertas varios años tras su conclusión, de modo que mostraban signos de erosión en los perfiles, con peligrosos desplomes en la sala de la Mina. Por ello, se diseñó un método de protección y rellenado de los cortes con gravas calizas, aunque esto ha condenado, al menos momentáneamente, alguno de los elementos más singulares del registro. Previamente se estabilizaron los perfiles y los sedimentos y derrames fueron tratados con metodología arqueológica. El corte de la sala de la Torca quedaría abierto para las futuras excavaciones sistemáticas.

Un segundo objetivo abordaba determinadas acciones tan urgentes como imprescindibles para completar la información disponible sobre el registro arqueológico mueble y gráfico disperso por pavimentos y formaciones parietales, siempre bajo la

⁵ Los últimos trabajos de evaluación prospectiva del entorno, realizados en el proceso de redacción el Plan Especial del Paraje Pintoresco de Maro, han permitido constatar al sur y al norte y noroeste de las bocas de la cueva, vestigios de este extenso poblamiento, a pesar del fuerte impacto antrópico urbanístico y agrícola contemporáneo.

⁶ Contemplado entre los objetivos del diseño de la primera fase del proyecto general, era realmente una necesidad, verdadera conservación aplicada, a la vista del estado que presentaban las áreas abiertas en las excavaciones y que habían quedado al albur del tiempo sin aplicación de medidas de protección que en la actualidad contemplaríamos con normalidad.

cadena de prescripciones que comienza con la localización e identificación del elemento, caracterización, protección *in situ* e interpretación en el contexto arqueológico interno (CAI). Se tomaban como base para los trabajos prospectivos, los datos disponibles a nivel bibliográfico y los resultados de la actividad desarrollada en 1997, que generó un primer catálogo de ítems arqueológicos dispersos por las salas exteriores e internas.⁷ Las manifestaciones gráficas, los vestigios materiales alterados por el expolio, pero aún numerosos y bien visibles, junto con el intenso laboreo de los equipos de mantenimiento de la Fundación, hacían necesario acometer estos trabajos de localización, cartografiado y análisis de los datos para proceder a diseñar rápidos protocolos de protección (figura 1).

Esta línea de objetivos quedó también vinculada en buena medida al desarrollo de los protocolos de retirada de alteraciones antrópicas derivadas, tanto de los trabajos de acondicionamiento para la visitabilidad de la cueva como de varias décadas de introducción de infraestructuras de todo tipo, muchas de ellas en desuso. En este sentido, tanto en

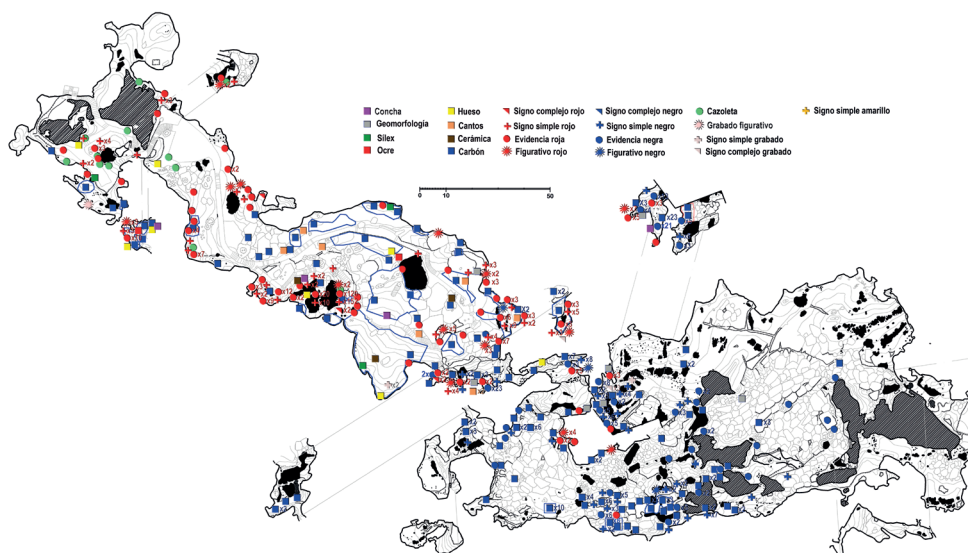


Figura 1. Dispersión de productos y vestigios parietales. PGI Cueva de Nerja, Fase 1

⁷ Trabajos inéditos que fueron realizados por Dña. Ana María Márquez, en MÁRQUEZ A. M. y SANCHIDRIÁN J. L., 1997, *Cartografía de los materiales arqueológicos en superficie de la Cueva de Nerja*, Málaga, 3 vols., inédito.

el marco del PGI como de los trabajos habituales del equipo del IICN, se disponía de un extenso catálogo de estas alteraciones, elaborado con el fin de documentar los elementos contaminantes y aquellos que modificaban la fisonomía del medio natural subterráneo.⁸ La eliminación de estos elementos, desde cableados, residuos orgánicos (*lint*, restos de eventos multitudinarios, etc.), sistemas de iluminación en desuso y estructuras de mampostería entre otros, se realiza en muchos casos empleando metodología estrictamente arqueológica y siempre con protocolos de conservación exhaustivos (figura 2).



Figura 2. Restos de ajuar funerario conservado en la sala de la Cascada. Collar de cuentas discoidales de mármol pigmentadas de rojo. Sector A-13

Hasta el momento, los resultados de estos canales de investigación/conservación han sido y siguen siendo, realmente de gran interés y han hecho posible la apertura de vías de investigación, entre las más importantes podemos recoger:

La identificación y estudio sistemático de los sistemas de iluminación paleolíticos, puntos de iluminación estáticos que aprovechan antiestalgmitas y oquedades de las formaciones; y dinámicos, rastros de tizonazos de antorcha y residuos carbonosos caídos (Medina *et al.*, 2010; Medina, 2019). Todo ello proporciona, al tiempo, datos

⁸ LIÑÁN BAENA, C., y DEL ROSAL PADIAL, Y. (2013), "Determinación de alteraciones antropogénicas en las galerías turísticas de la Cueva de Nerja y propuestas para su eliminación". (IICN; 2013-Actualidad), Memoria Científica Instituto de Investigación Cueva de Nerja, año 2013 (*Inédito*).

sobre las vías y formas de progresión de los grupos prehistóricos por la cavidad en las salas internas abiertas a la visita turística y en las galerías Altas y Nuevas. Del mismo modo, la selección y análisis de estos vestigios han contribuido a ampliar los datos radiométricos tras la datación de los rastros de iluminación. La Cueva de Nerja ya era un referente en lo relativo a la amplia serie de dataciones absolutas que actualmente casi han duplicado su número y marcan de forma importante los horizontes de ocupación, frecuentación y usos de la caverna con gran precisión (Jordá Pardo *et al.*, 2008; Márquez *et al.*, 2003 y Medina, 2019), Nerja como yacimiento se constituye en un enorme laboratorio de dataciones y de referencias cronológicas. Complementario de estos aspectos, también se ha podido caracterizar de forma exhaustiva el aprovechamiento de determinadas especies vegetales que además de ser accesibles como materia prima, eran seleccionadas por sus propiedades como combustibles de iluminación (Medina, 2012).

A todo esto hay que unir la serie de ítems recuperados en el curso de la prospección propiamente dicha, junto a los descubiertos en el desarrollo del programa de recuperación de los espacios internos. En este caso con importantes resultados en lo referente a la cronología y utilización con fines funerarios de los espacios durante el Neolítico y el Calcolítico. Se contempla ahora un panorama de empleo intenso de los intersticios presentes en las bloqueras, de los divertículos laterales y, en algunos casos aprovechamiento de espacios naturales que muestran modificaciones antrópicas intencionales que delimitan sectores con funciones funerarias específicas que en cierto modo están en sintonía con la génesis de estructuras megalíticas. En el caso de Nerja, estas modificaciones intencionales del espacio se retrotraen incluso a la etapa magdalenense, fijando una tradición en la cueva realmente muy antigua (Cobos, 2016).

Por otro lado, la prospección también debía atender a las manifestaciones gráficas parietales, necesitadas de una documentación actualizada, de un claro diagnóstico de conservación y de la adecuada contextualización del arte rupestre paleolítico y postpaleolítico.

Con este fin se planificó el examen parietal y superficial inmediato, para proceder a la catalogación e inventario de las obras con metodología responsable fundamentada en la documentación indirecta por medio de fotografía digital y tratamiento de imagen empleando el plugin DStretch para ImageJ, el análisis micro-topográfico y morfología de los espacios decorados, el control colorimétrico de las imágenes y medioambiental de los soportes y el espacio circundante como mecanismo de control de las posibles alteraciones recibidas por los pigmentos, el análisis de estos y la contextualización cronológica indirecta por U/Th y C₁₄-AMS de calcitas, tanto de forma separada como cruzando ambos métodos donde resultase viable (Pons *et al.*, 2020).

Además de obtener una documentación actualizada, su conocimiento preciso y un exhaustivo diagnóstico y valoración del estado de conservación, nos vienen proporcionando la fuente real para la adecuación de los espacios ornados y para el diseño y aplicación de las medidas preventivas que garanticen su conservación (Torres, 2017).

Estos estudios, necesariamente largos en una cavidad de las dimensiones de Nerja, ya han proporcionado importantes novedades. El número de figurativos alcanza la centena, casi duplica los primeros catálogos, nuevos équidos en las galerías superiores, caballos acéfalos, prótomos de cévido e incluso la primera mano en positivo (figura 3), utilizando pigmento rojo, son los nuevos diseños gráficos más significativo que por el momento se encuentran en proceso de estudio detallado (VVAA, 2021, inédito). Los signos han multiplicado su número, descubriéndose también varios grabados hasta ahora inéditos que se han tratado con una metodología propia que ofrece buenos resultados en su estudio.⁹ Se encuentran en estudio varias zonas en las que se ha practicado la técnica de la aerografía que cubre en algunos casos amplias superficies.

Por el momento, excepto su adscripción al Paleolítico, poco es lo que se puede decir con concreción, aunque los primeros estudios descriptivos y valorativos son prometedores (Mesa, 2020).

La identificación de los rastros de paso, por trasferencia de vestimenta o pigmentado corporal de hematites ha contribuido junto con los restos de carbones de iluminación a aquilatar las zonas de circulación de estas poblaciones.

En lo relativo a la datación del arte, la aplicación de la nueva tecnología digital de tratamiento de la imagen que permite obtener nuevos calcos sobre antiguos motivos, no sólo permite clarificar la naturaleza de los diseños de algunos elementos del bestiario paleolítico, sino que en algunos casos hacen posible apreciar superposiciones que, en el



Figura 3. Calco digital, mano positiva en rojo.
Sala del Cataclismo

⁹ Posiblemente el figurativo pisciforme de la Galería Superior de la sala del Belén, junto con la mano positiva en pigmento rojo de la sala del Cataclismo, tras el Camarín del Órgano, resulten las evidencias más destacables a este respecto.

caso de algunos figurativos solutrenses, confirman las apreciaciones ya expuestas en su día sobre las fases arcaicas y evolucionadas (Sanchidrián, 1994, Sanchidrián *et al.*, 2014).

En relación a las dataciones absolutas de algunos motivos situados en las Galerías Altas, Camarín de los Pisciformes, con fechaciones de restos carbonosos asociados de gran antigüedad y compleja interpretación, se han intentado métodos de datación cruzada y la aplicación de ensayos de U/Th que no han tenido, hasta la fecha, resultados concluyentes y varios análisis demuestran contradicciones claras (Pons *et al.*, 2020).

No obstante, en algún caso si se han logrado datos óptimos que confirman que las primeras manifestaciones gráficas paleolíticas se remontan al menos al Gravetiense, en concordancia con lo que aporta el registro arqueológico. Este es el caso de los signos, puntuaciones digitadas en rojo, que se localizan en el sector conocido como “Balcón de Cascada”, en la zona de paso obligado para acceder a las salas internas (Pons *et al.*, 2020 y VVAA, 2021, inédito).

Vemos por tanto que los progresos están siendo relevantes, tanto en lo referente a un mayor y mejor conocimiento del yacimiento en todos sus registros, como en su contribución a establecer los mecanismos de conservación adecuados de vestigios y manifestaciones rupestres.

Si el yacimiento contemplado globalmente ya es de una complejidad y dimensiones difíciles de evaluar y proteger, el arte rupestre de la Cueva de Nerja es una manifestación que se integra de forma indisoluble en un ecosistema natural extremadamente frágil y complejo, cuya estabilidad ambiental está determinada por múltiples factores. Por este motivo resulta imprescindible en su comprensión y protección, obtener un conocimiento lo más amplio posible del medio en el que se inscribe. Los objetivos en relación a la geología y biología de la cueva son imprescindibles de forma evidente.

En lo referente al área de Geología, la objetivación específica del proyecto seleccionó aquellos aspectos de la investigación con mayor incidencia en la conservación de la cavidad, a partir de un bagaje de estudios y de un conocimiento amplio (Carrasco *et al.*, 1993).¹⁰ Muchos de ellos eran también fundamentales para avanzar en el conocimiento del BIC, tanto en su faceta de elemento geológico como de yacimiento arqueológico. Estos últimos entrarían ya en el campo de la Geoarqueología como disciplina con contenido propio, imposible de desligar en los procesos científicos actuales. Concluida la primera fase administrativa del PGI y cubiertas ya algunas etapas de la segunda fase, los resultados obtenidos son realmente relevantes en todos sus ámbitos. Entre ellos,

¹⁰ La monografía número 3 de la serie de Trabajos sobre la Cueva de Nerja recoge los principales resultados de las investigaciones geológicas desarrolladas en la cavidad hasta ese momento.

destacamos algunos especialmente significativos por su incidencia en la conservación de la cueva y, consecuentemente, en la preservación del yacimiento que alberga.

El estudio sobre el agua de condensación nos ha permitido identificar y comprender los procesos hidrológicos que ésta induce en el sustrato rocoso de la cueva y sus implicaciones para la conservación de los espeleotemas y del arte rupestre. El mayor contenido en bicarbonatos, calcio y magnesio determinados en el agua de condensación natural de la cavidad con respecto al agua de condensación inducida evidencia la existencia del proceso de “condensación por corrosión” del soporte rocoso. Sin embargo, las áreas ocupadas por el agua de condensación están altamente localizadas, tanto espacial como temporalmente y no afectan al arte rupestre, por lo que el efecto del proceso de corrosión no es significativo con respecto a la preservación del patrimonio cultural. Este estudio también ha mostrado la utilidad de las técnicas de análisis de imagen para cuantificar la superficie ocupada por el agua de condensación, y así cuantificar la superficie de sustrato potencialmente expuesta a los procesos de corrosión por condensación. Hasta donde sabemos, esta aplicación de análisis de imagen es la primera de este tipo que se ha documentado en cavidades (Liñán *et al.*, 2021).

Otras vías abiertas en el proceso investigador quedan entrelazadas fundamentalmente en sus conclusiones y aplicaciones prácticas. Así, el estudio micro climático en los espacios de la cavidad que albergan paneles de arte rupestre complementa el estudio micro climático en distintas salas de la cavidad y en su entorno desarrollado durante las últimas décadas (Cañete, 1997; Carrasco, 1996; Carrasco *et al.*, 1999; Liñán *et al.*, 2008, 2009, 2014a, 2014b, 2018). Asimismo, permite evaluar, junto con el seguimiento periódico de las variaciones en la colorimetría de los pigmentos (Torres, 2016) el impacto real del factor humano, como uno de los principales riesgos en la conservación del arte rupestre de la cueva (figura 4).

La monitorización micro climática e hidrogeológica de la cueva es también fundamental para establecer los factores que condicionan la composición isotópica y geoquímica de los espeleotemas actuales, y poder extrapolar esta información a los espeleotemas antiguos (estudios paleoclimáticos). Las diferentes texturas presentes en los espeleotemas y su mineralogía se relacionan con la dinámica ambiental reinante en la cavidad, que incluye el factor antrópico (figura 5). Así, los experimentos de precipitación mineral *in situ* realizados sobre soportes artificiales ubicados en diferentes salas de la cueva, reflejan cómo los precipitados del sector turístico muestran cristales con caras irregulares y redondeadas y micro cráteres, además de una alta presencia de microorganismos, que se relacionan con la existencia de un suelo más antropizado sobre las salas de dicho sector (Jiménez de Cisneros *et al.*, 2020).



Figura 4. Equipo de monitorización microclimática, localizado en el entorno de un panel de arte rupestre. Sala de Columnas de Hércules, Galerías Altas



Figura 5. Trabajos de control hidrogeológico. Sala de la Montaña, Galerías Nuevas

El estudio de los espeleotemas, sedimentos detríticos y registros arqueológicos como indicadores del cambio paleoclimático y paleoambiental también resulta esencial en la comprensión de la interacción de las sociedades humanas prehistóricas con el medio natural. Junto a la datación absoluta de los eventos geoarqueológicos, permiten aproximarnos a la realidad climática, al paisaje y su evolución (Iriarte *et al.*, 2019; Aranburu *et al.*, 2019) y, en consecuencia, a los recursos subsistenciales potenciales que estuvieron a disposición de los grupos paleolíticos depredadores y sus epígonos productores.

Los estudios geofísicos aplicados al conocimiento de la cavidad y su entorno también están aportando novedades de gran trascendencia, relativas a las dimensiones del cavernamiento conocido hasta la fecha. El estudio conjunto de datos micro climáticos de la cavidad y de los datos gravimétricos obtenidos en su entorno (ENADIMSA 1991, 1992) ha permitido definir un nuevo modelo de circulación del aire a través del sistema kárstico donde se localiza la cueva (Liñán *et al.*, 2020), y que supone la existencia de una gran cavidad cercana, necesaria para explicar la peculiar evolución que muestra la temperatura del aire de las salas más internas de la Cueva de Nerja. Este gran cavernamiento se sumaría a las pequeñas cavidades detectadas previamente en la denominada *parcela experimental* de la Cueva de Nerja (Vadillo *et al.*, 2012), formada por siete sondeos de investigación en los que se registran concentraciones muy elevadas de dióxido de carbono, de varios miles de ppm (Benavente *et al.*, 2010). Dada su cercanía a la Cueva de Nerja, el estudio de su origen y, sobre todo, de su evolución espacio-temporal (Benavente *et al.*, 2015), es una línea prioritaria imprescindible para conocer la dinámica del CO₂ en la zona vadosa que rodea a una cavidad que visitan unas 450.000 personas cada año.

Esta línea de investigación también incorpora el estudio de otros gases (CH₄, ²²²Rn) y de su dinámica entre los distintos subsistemas de la Cueva de Nerja (aire, suelo, agua), al objeto de establecer un modelo conceptual de funcionamiento. En el caso particular del metano (CH₄), los resultados obtenidos hasta la fecha (Ojeda *et al.*, 2019; Ojeda, 2021) indican que la cueva se comporta como sumidero de este gas en todos los periodos analizados, cuando el metano atmosférico se introduce en el aire subterráneo a través de la ventilación, y es oxidado a través de bacterias metanotrofas. Sin embargo, en ciertos puntos de la cueva, y en determinados periodos del año, también se detecta aporte a la cavidad de metano de origen biogénico, a través de la zona vadosa, lo cual disminuye su capacidad de sumidero natural de metano atmosférico. Todos estos trabajos, relacionados con los mecanismos de ventilación natural del endokarst, son decisivos en el objetivo de conciliar la visitabilidad de la cavidad con su conservación y han servido al equipo científico de la Fundación para establecer aforos y horarios de apertura y cierre turístico, compatibles con los mecanismos de recuperación de los parámetros registrados como óptimos para la salvaguarda del monumento.

La reinterpretación de los datos gravimétricos previamente citados, la aplicación de tomografía eléctrica de resistividad, y observaciones de tipo geomorfológico, confirman además la existencia de más cavidades inexploradas que se dispondrían en paralelo a la Cueva de Nerja y permiten reconocer al menos un episodio de colapso y posterior relleno de una de ellas (Martínez-Moreno *et al.*, 2021). Estos resultados han dado lugar al inicio de una serie de nuevas prospecciones, que combinan el reconocimiento espeleológico y el empleo de imágenes termográficas aéreas, al objeto de localizar las posibles conexiones con estos nuevos cavernamientos.

En relación con el estudio biológico, son varios los ejemplos conocidos de cuevas con problemas de difícil solución e incluso irreversibles, que están directamente relacionados con la alteración de sus poblaciones y que, en ocasiones, han motivado el cierre de cuevas patrimonialmente excepcionales, como las de Lascaux o Altamira por citar las más señeras (Bastian *et al.*, 2010; Sáiz-Jiménez *et al.*, 2011). Por ello, el control sistemático de las comunidades de seres vivos que se encuentran presentes en el sustrato (paredes, sedimentos y espeleotemas), el agua y el aire de las cuevas, resulta fundamental para prevenir fenómenos dañinos de compleja resolución como, por ejemplo, procesos de biodeterioro inducidos por microorganismos, principalmente hongos y bacterias. Estos procesos resultan muy difíciles de contener debido a la alta capacidad reproductora de los microorganismos implicados y a la presencia de un medioambiente subterráneo con un elevado número de visitantes, como es nuestro caso. En la Cueva de Nerja, las investigaciones desarrolladas por el área de Biología, tanto en el marco de la actividad propia del IICN como las cifradas en los objetivos del proyecto, no sólo han sido y son necesarias en la conservación preventiva y activa del BIC, sino que también tienen un papel decisivo en el control de la salubridad del medio ambiente subterráneo, en relación con sus visitantes y trabajadores.

Los primeros estudios sobre la biología de la Cueva de Nerja fueron realizados por el Dr. Fernando Marín, Catedrático de la Universidad de Málaga. Sus resultados y conclusiones, recogidos en la segunda monografía editada por el Patronato (Carrasco Cantos y Marín Girón, 1991) pusieron de manifiesto una antropización contemporánea del cavernamiento, posiblemente la mayor afección sobre los bienes que alberga, y consolidaron la línea de trabajo actual. En relación con el PGI, los objetivos propuestos por el área de Biología se han orientado, igualmente, hacia la consecución de los resultados generales, es decir, la investigación aplicada a la conservación de la cavidad y su patrimonio mediante la prevención de los procesos de biodeterioro derivados tanto de la actividad turística del monumento como de la propia evolución de su ecosistema. De este modo, forma parte de los objetivos del PGI la caracterización bio-óptica y fotosintética de *biofilms*, dada su demostrada capacidad de dañar los

sustratos que colonizan, especialmente la capa más superficial que es donde se ubican las pinturas rupestres (Del Rosal, 2016). Este estudio conllevó el análisis taxonómico, fisiológico y estructural de las comunidades de microorganismos que integran los biofilms fotosintéticos, el estudio de su evolución en los sustratos colonizados y su relación con el medio ambiente así como las diferentes formas de resistencia que presentan las comunidades biológicas que les permiten sobrevivir durante condiciones ambientales adversas. Los resultados demostraron un desarrollo casmolítico del microalga *Cyanidium* sp. y de la cianobacteria *Chroococcidiopsis* sp. (figura 6), ambos microorganismos mayoritarios en la cueva, así como una relación significativa entre su tasa de crecimiento y la concentración de dióxido de carbono y la humedad relativa del aire (Del Rosal *et al.*, 2014a; Figueroa *et al.*, 2017). El estudio de los *biofilms* fotosintéticos también llevó a cabo el análisis de diferentes intensidades y calidades de luz

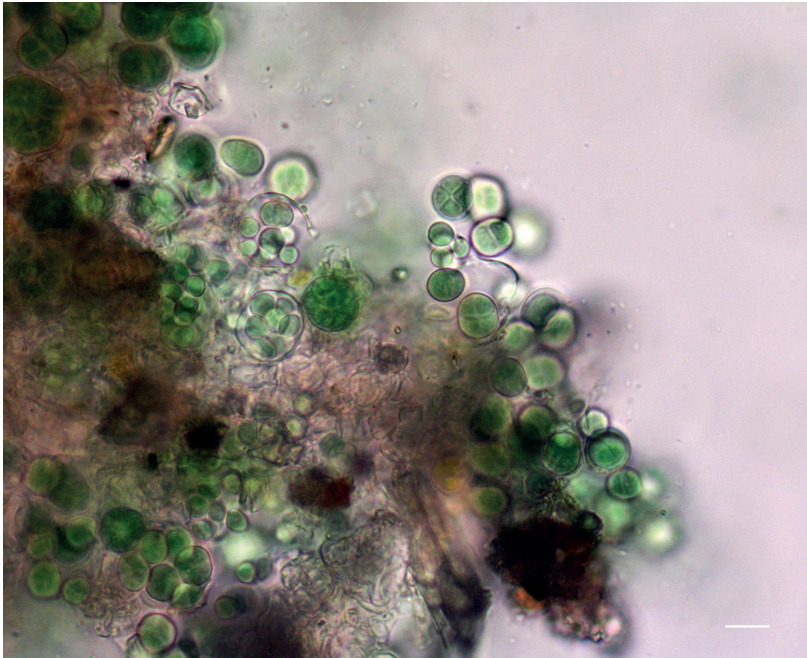


Figura 6. Microfotografía de *Chroococcidiopsis* sp. la cianobacteria más abundante en la Cueva de Nerja. Escala: 10 micras

LED y su relación con el desarrollo de *biofilms* fotosintéticos (Muñoz-Fernández, 2021; Del Rosal *et al.*, 2021). Los resultados de esta investigación, que se había iniciado en la primera fase del proyecto, propusieron un nuevo sistema de iluminación de la cueva mediante fotodiodos LEDs con espectro de emisión de baja actividad fotosintética. Un prototipo de esta luminaria forma parte de un ensayo actual en el

interior de la cavidad, destinado a la reducción de la tasa fotosintética de los *biofilms* según las necesidades de conservación de la cueva y compatible con una visita segura por parte de los usuarios de la cueva. No obstante, la capacidad de resiliencia y fotoaclimatación de los microorganismos implicados requiere de largos periodos de estudio para obtener resultados fiables y concluyentes (figura 7).

En el caso de la Cueva de Nerja, enlazando la actividad diaria del área de biología del IICN con el desarrollo del proyecto general, también es imprescindible conocer la calidad microbiológica del aire de la cueva, tanto desde el punto de vista de salubridad como de conservación, dada la capacidad de transporte que representa este medio. Por ello, es necesario controlar qué microorganismos están presentes y en qué periodos pues, por un lado, van a ser inhalados por trabajadores y visitantes y, por otro lado, son potenciales colonizadores de nuevas superficies, entre ellas, aquellas de especial fragili-



Figura 7. Zona de ensayo de luminarias específicas para reducir la tasa fotosintética de los *biofilms* fotosintéticos

dad, como las pinturas rupestres, para las que los microorganismos representan un peligroso factor de riesgo para su conservación (Porca *et al.*, 2011, Martín-Sánchez, 2012). Los resultados de estos trabajos han permitido establecer los niveles “normales”, “de alerta” y “de alarma” necesarios para mantener medios óptimos de conservación y salubridad en la cueva, así como colaborar en la descripción del modelo de ventilación

natural de la cavidad (Del Rosal *et al.*, 2007; Jurado *et al.* 2021) y determinar la presencia de microorganismos con potencial capacidad de inhibir el crecimiento de otros potencialmente dañinos para la cueva y su patrimonio (Jurado *et al.*, 2020).

Otro de los objetivos recogidos en el PGI es el estudio de la población de artrópodos presente en la cueva, como indicadora del estado de conservación de la cavidad, hecho que quizás resulte sorprendente para los responsables de la tutela jurídica de los bienes de interés cultural (Tinaut, 2002; Del Rosal *et al.*, 2009). En este sentido, los especialistas incorporados al PGI realizan una actualización del inventario, en curso actualmente, de la fauna de artrópodos presente en la cavidad, mediante el cual son determinados los niveles de vulnerabilidad de las diferentes especies de la cueva, la variación estacional de las poblaciones en cuanto a la composición de las especies y fenología de las mismas y su relación con los diferentes factores bióticos (recursos tróficos) y abióticos (Castillo *et al.*, 2019, 2021). Este estudio también ha permitido conocer la relación entre poblaciones de hongos entomoparásitos en el aire de la cueva y la presencia de especies hospedadoras, así como la descripción de nuevas especies para la ciencia, endémicas de la Cueva de Nerja (Cifuentes, 2018). Por tanto, la consecución de este objetivo nos ha permitido, igualmente, proteger otro de los bienes que habitan y son constituyentes del BIC, la fauna endémica de este ecosistema subterráneo (Del Rosal, 2014b).

Por último, la difusión de los resultados obtenidos en el PGI ha sido entendida, también, como uno de sus objetivos básicos. Para ello, además de los procesos habituales de difusión científica, se han llevado a cabo otras formas de divulgación, que ya se desarrollaban desde el IICN, mediante canales que permiten la socialización real de la información científica al amparo de las nuevas tecnologías digitales y la ventana, ilimitada, que se abre al mundo a través de las redes¹¹.

Transmitir a la sociedad el conocimiento adquirido mediante una adecuada difusión, no sólo forma parte de las funciones que el IICN tiene encomendadas, sino que es, además, una responsabilidad social imprescindible para la conservación de la Cueva. Así, a través del PGI se articulan mecanismos de divulgación responsable y de

¹¹ Algunos ejemplos de estas nuevas líneas son: Micro-documentales de la serie “Tres minutos con la Cueva de Nerja”. 2017-2019: 1. Calcita para dos: la calcita flotante y los conos de las cavernas. Cristina Liñán Baena. 2. Luces del pasado. María Ángeles Medina Alcaide. 3. Trazos en la oscuridad. José María Cobos Pastor. 4. Pequeña y exclusiva. La fauna cavernícola. Yolanda del Rosal Padial. 5. Las páginas del remoto pasado. Rosa María Ruiz Márquez. 6. Geología y Arqueología, binomio natural. Eneko Iriarte Avilés. 7. La cuna del megalitismo. Vida y muerte en la Cueva de Nerja. Luis-Efrén Fernández Rodríguez. 8. Los espeleotemas de la Cueva de Nerja, testigos de excepción de la historia del Clima. Concepción Jiménez de Cisneros. Disponibles en el Canal Facebook: <https://www.facebook.com/Instituto-de-Investigaci%C3%B3n-Cueva-de-NerjaIICN-752662464871521/>. Canal YouTube: <https://www.youtube.com/channel/UC1W2pKNhwX2UOVHvO11KUbg>.

calidad dirigida a todo tipo de agentes con sus diferentes intereses. La difusión debe, por ello, considerar como receptor tanto al público general, destinatario de las actividades de difusión social, como al especializado, consumidor habitual de contenido científico e interesado en alguna disciplina concreta de las que integra el proyecto. Entre estos receptores destacamos, por su importancia y capacidad de transmisión, a los profesionales de la enseñanza en todos sus ámbitos. La adecuada difusión del conocimiento científico generado en el PGI debe satisfacer la creciente demanda social del público consumidor habitual de contenido científico no especializado y dar cuenta a la ciudadanía de las actividades de investigación que se llevan a cabo en la Cueva de Nerja y, con ello, hacerla partícipe en la protección y conservación del patrimonio cultural y natural que alberga la cavidad.

Finalmente, concluimos que el desarrollo de un proyecto de investigación programado, coordinado y perfectamente diseñado en sus líneas de trabajo para alcanzar una interdisciplinariedad real y efectiva, se muestra en la Cueva de Nerja como la mejor fórmula para optimizar su conocimiento, proteger, difundir sus bienes y disponer de las herramientas adecuadas para una explotación pública sostenible y responsable con el BIC que se gestiona desde la institución.

BIBLIOGRAFÍA

- AURA TORTOSA, J. E., JORDÁ PARDO, J., PÉREZ RIPOLL, M., MORALES PÉREZ, J. V., GARCÍA PUCHOL, O., GONZÁLEZ-TABLAS SASTRE, J., y AVEZUELA ARISTU, B., “Epipaleolítico y mesolítico en Andalucía Oriental. Primeras notas a partir de los datos de la Cueva de Nerja (Málaga)”, en AA. VV., *El Mesolítico Geométrico en la Península Ibérica*, «Monografías Arqueológicas» 44, M. P. Utrilla Miranda y L. Montes Ramírez (coords.), Zaragoza, Universidad, 2009, pp. 343-360.
- AURA TORTOSA, J. E., JORDÁ PARDO, J. F., GARCÍA BORJA, P., GARCÍA PUCHOL, O., BADAL GARCÍA, E., PÉREZ RIPOLL, M. PÉREZ JORDÁ, G., PASCUAL BENITO, J. L., CARRIÓN MARCO, Y. y MORALES PÉREZ, J. V., “Una perspectiva mediterránea sobre el proceso de neolitización. Los datos de la cueva de Nerja en el contexto de Andalucía (España)”, *Menga*, 4, 2013, pp. 53-78.
- AURA TORTOSA, J., JORDÁ PARDO, J., ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, E., PÉREZ RIPOLL, M., AVEZUELA ARISTU, B., MORALES PÉREZ, J., RODRIGO GARCÍA, M. J., MARLASCA, R., ALCOVER, J. A., JARDÓN, P., PÉREZ

- HERRERO, C. I., PARDO GORDÓ, S., MAESTRO, A., VILLALBA CURRÁS, M. P., y SALAZAR GARCÍA, C., “Palaeolithic-Epipalaeolithic Seapeople of the Southern Iberian coast (Spain): an overview”, en AA. VV., *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes. De la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral. Archaeology of maritime hunter-gatherers. From settlement function to the organization of the coastal zone, Actes de la séance de la Société préhistorique française de Rennes, 10-11 avril 2014*, Catherine Dupont et Gregor Marchand (dirs.), Paris, Société Préhistorique Française, 2016, pp. 69-92.
- ARAMBURO, A., BODEGO, A., JIMÉNEZ DE CISNEROS, C., ÁLVAREZ, I., LIÑÁN, C., ARRIOLABENGOA, M., BILBAO-LASA, P., IRIARTE, E., GONZÁLEZ-RAMÓN, A., CHENG, H., VAL, M. DEL, “Calcretas, espeleotemas y depósitos aluviales: tres registros de una misma historia geológica (Nerja, Málaga)”, en AA. VV., *XV Reunión Nacional de Cuaternario*, Bilbao, 1-5 julio 2019, Bilbao, Universidad del País Vasco, 2019, pp. 289-292.
- AA. VV., *Memoria Final P.G.I. interdisciplinar aplicado a la conservación de la Cueva de Nerja 2008-2013/2015*, Archivos de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico de la Junta de Andalucía, documento administrativo, 2015, inédito.
- BASTIAN, F., JURADO, V., NOVAKOVA, A., ALABOUVETTE, C. y SÁIZ-JIMÉNEZ, C., “The microbiology of Lascaux Cave”, *Microbiology*, 156, 2010, pp. 644-652.
- BENAVENTE J., VADILLO I., CARRASCO F., SOLER A., LIÑÁN C., y MORAL F., “Air Carbon Dioxide Contents in the Vadose Zone of a Mediterranean Karst”, *Vadose Zone Journal*, 9, 2010, pp. 126-136.
- BENAVENTE J., VADILLO I., LIÑÁN C., DEL ROSAL Y., y CARRASCO F., “Influence of the ventilation of a karst show cave on the surrounding vadose CO2 reservoir (Nerja, South Spain)” en *Environmental Earth Science*, 74, 2015, pp. 7731-7740.
- CAÑETE, S., *Concentraciones de Radón e intercambio de aire en la Cueva de Nerja*, tesis de licenciatura defendida en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Málaga, 1997, inédito.
- CARABAJAL, D., GARCÍA CARRILLO, J., FERNÁNDEZ, F., y MÁRQUEZ, E., “Descripción de cuatro nuevos pseudoscorpiones cavernícolas de Andalucía, España (*Arachnida, Pseudoscorpionida, Chthoniidae*)”, *Zoologica Baetica*, 12, 2001, pp. 169-184.
- CARRASCO CANTOS, F. y MARÍN GIRÓN, F., *Investigación Biológica y Edafológica Cueva de Nerja (Málaga)*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» 2, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1991.

- CARRASCO, F., *Geología de la Cueva de Nerja*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» 3, Patronato de la Cueva de Nerja, 1993.
- CARRASCO, F., “La Cueva de Nerja, Málaga (España). Estudios para su conservación”, en AA. VV., *Actas II Congreso de la Asociación Internacional de Cuevas Turísticas*, Nerja (Málaga), ISCA, 1996, pp. 124-125.
- CARRASCO F., VADILLO, I., LIÑÁN, C., ANDREO, B., y DURÁN, J. J., “Control of Environmental Parameters for Management and Conservation of Nerja Cave (Malaga, Spain)”, *Acta Carsologica/Karsoslovni Zbornik*, 31/1, 1999, pp. 105-122. doi: 10.3986/ac.v31i1.407.
- CASTILLO, P., BARRANCO, P., DEL ROSAL, Y., LIÑÁN, C., FERNÁNDEZ CORTÉS, A., CABELLO, T., y TINAUT, A., “Un grillo entre turistas”, en *XIX Congreso Ibérico de Entomología*, 21-24 de setembre 2021 [en línea].
- CASTILLO, P., DEL ROSAL, Y., LIÑÁN, C., TINAUT, A., y BARRANCO, P., “Entomofauna de la Cueva de Nerja, datos preliminares”, en AA. VV., *Libro de abstracts del IV Congreso de biodiversidad y conservación de la naturaleza: Divulgación y transferencia del conocimiento entre los distintos sectores de la sociedad*, Puerto Real (Cádiz), 19-22 de septiembre de 2019, S. López Martínez, J. L. Molina Pardo y M. L. Rivas (eds.), Cádiz, Universidad, 2019, p. 61.
- CIFUENTES, J., “*Porcellio narixae* sp. n. (Oniscidea; Porcellionidae), un nouvel isopode terrestre de la péninsule ibérique”, *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 42 (1-2), 2018, pp. 127-137.
- COBOS PASTOR J. M., *El Camarín de los Trazos Negros: Estudio arqueológico en la cueva de Nerja*, trabajo fin de grado presentado en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Córdoba, 2016, inédito.
- DAMS, L., *L'art paléolithique de la Grotte de Nerja (Malaga, Espagne)*, «British Archeological Report International Series» n.º 385, Oxford, BAR Publishing, 1987.
- DEL ROSAL, Y., MARTÍNEZ MANZANARES, E., MARÍN F., LIÑÁN, C. y SIMÓN, M. D., “Análisis de la calidad microbiológica aérea en el interior de la Cueva de Nerja”, en AA. VV., *Cuevas turísticas: aportación al desarrollo sostenible*, J. J. Durán, P. A. Robledo y J. Vázquez (eds.), Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 2007, pp. 181-190.
- DEL ROSAL, Y., LARA OJEDA, M. D., TINAUT, A., y GARRIDO, A., “La entomofauna de la Cueva de Nerja (Málaga)”, en AA. VV., *Cuevas turísticas, cuevas vivas*, J. J. Durán y J. Lopez-Martínez (coords.), Madrid, Instituto Geológico y Minero de España-Asociación de Cuevas Turísticas Españolas, 2009, pp. 91-100.

- DEL ROSAL, Y., HERNÁNDEZ MARINÉ, M. y ROLDÁN, M., “Phototrophic microorganisms in the tourist cave of Nerja”, en AA. VV., *Science, technology and cultural heritage: proceedings of the Second International Congress on Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage*, Sevilla, 24-27 June 2014, M. A. Rogerio Candellera (coord.), 2014, Leiden, CRC Press, 2014a, pp. 229-234.
- DEL ROSAL, Y., LIÑÁN, C., y HERNÁNDEZ MARINÉ, M., “The conservation of the Nerja Cave: preserving anthropogenic impact in a tourist cave”, en AA. VV., *The Conservation of Subterranean Cultural Heritage*, Saiz-Jimenez (ed.), London, Taylor & Francis Group, 2014b, pp. 193-206.
- DEL ROSAL, Y., *Análisis, impacto y evolución de los biofilms fotosintéticos en espeleotemas. El caso de la Cueva de Nerja*, tesis doctoral defendida en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Málaga, 2016, inédita.
- DEL ROSAL, Y., MUÑOZ-FERNÁNDEZ, J., CELIS-PLÁ, P. S. M., HERNÁNDEZ-MARINÉ, M., ALVAREZ-GÓMEZ, F., MERINO, S., y FIGUEROA, F. L., “Monitoring photosynthetic activity using *in vivo* chlorophyll *a* fluorescence in microalgae and cyanobacteria biofilms in the Nerja Cave (Malaga, Spain)”, *International Journal of Speleology*, 2021, en prensa.
- DEL ROSAL, Y., “La conservación del patrimonio subterráneo. El reto del biodeterioro”, en AA. VV., *Jornadas de Arqueología y Geología*, Alcaucín (Málaga), 29-30 de septiembre de 2018, Amalia Muñoz Martín (ed. y coord.), Málaga, 2021, vol. II, pp. 71-82.
- ENADIMSA, *Prospección gravimétrica en las Cuevas de Nerja (Málaga). Informe de resultados 1991*, inédito
- ENADIMSA, *Prospección gravimétrica en las Cuevas de Nerja (Málaga). Informe de resultados, 1992*, inédito.
- FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, L. E., GIBAJA, J., SANCHIDRIÁN, J. L., JIMÉNEZ BROBEIL, S., REMOLINS, G., DÍAZ ZORITA, M., MORELL, B., SUBIRÁ, M. E. LÓPEZ ONAINDÍA, D., MAROTO, R. M., ROCA, M. G. ROMÁN, M., SANTOS, F. J., “Mesolithic human remains at Cueva de Nerja (Málaga, Spain): anthropological, isotopic and radiocarbon data”, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12, 2020, 250, <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01207-x>.
- FIGUEROA, F., ALVAREZ GÓMEZ, F., DEL ROSAL, Y., CELIS PLÁ, P., GONZALEZ, G., HERNÁNDEZ, M., y KORBEE, N., “*In situ* photosynthetic yields of cave photoautotrophic biofilms using two different Pulse Amplitude Modulated fluorometers”, *Algal Research*, 22, 2017, pp. 104-115, doi 10.1016/j.algal.2016.12.012

- GARCÍA CORTÉS, A. (ed.), *Contextos geológicos españoles: una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*, Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 2008.
- IRIARTE, E., ÁLVAREZ, I., ARRIOLABENGOA, M., BILBAO, P., BODEGO, A., DEL VAL, M., LIÑÁN, C., y ARANBURU, A., “Quimioestratigrafía de un sondeo sedimentario endokárstico en la cueva de Nerja (Maro, Málaga): 25 ka de paleohidrología y frecuentación humana”, en AA. VV., *XV Reunión Nacional de Cuaternario*, Bilbao, 1-5 julio 2019, Bilbao, Universidad del País Vasco, 2019, pp. 110-113.
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, C., PEÑA, A., CABALLERO, E. y LIÑÁN, C., “A Multiparametric Approach for Evaluating the Current Carbonate Precipitation and External Soil of Nerja Cave (Málaga, Spain)”, *International Journal of Environmental Research*, 15 (1), 2020, pp. 1-13.
- JORDÁ PARDO, J. F., *La Prehistoria de la Cueva de Nerja*, «Trabajos sobre la Cueva de Nerja» 1, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1986.
- JORDÁ PARDO, J. F. y AURA TORTOSA, J. E., “70 fechas para una cueva. Revisión crítica de 70 dataciones ¹⁴C del Pleistoceno superior y Holoceno de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España)”, *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie I, Nueva Época, 1, 2008, pp. 239-256.
- JURADO, V., DEL ROSAL, Y., GONZALEZ-PIMENTEL, J. L., HERMOSÍN, B., y SAIZ JIMÉNEZ, C., “Biological Control of Phototrophic Biofilms in a Show Cave: The Case of Nerja Cave”, *Applied Sciences*, 10, 2020, 3448, doi 10.3390/app10103448.
- JURADO, V., DEL ROSAL, Y., LIÑÁN, C., MARTÍN POZAS, T., GONZÁLEZ PIMENTEL, J. L., SAIZ Y JIMÉNEZ, C., “Diversity and Seasonal Dynamics of Airborne Fungi in Nerja Cave, Spain”, *Applied Sciences* 11 (13), 2021, 6236, doi 10.3390/app11136236.
- LIÑÁN, C., VADILLO, I., y CARRASCO, F., “Carbon dioxide concentration in air within the Nerja Cave (Málaga, Andalusia, Spain)”, *International Journal of Speleology*, 37 (2), 2, 2008.
- LIÑÁN, C., CARRASCO, F., CALAFORRA, J. M., DEL ROSAL, Y., GARRIDO, A., y VADILLO, I. “Control de parámetros ambientales en las Galerías Altas y Nuevas de la Cueva de Nerja (Málaga). Resultados preliminares” en AA. VV., *Cuevas Turísticas, cuevas vivas*, J. J. Durán & J. López Martínez (eds.), Madrid, Instituto Geológico y Minero de España-Asociación de Cuevas Turísticas Española, 2009, pp. 131-144.
- LIÑÁN, C., DEL ROSAL, Y., y CARRASCO, F., “Control de parámetros ambientales en el sector no habilitado de una cueva turística: la Cueva de Nerja (Málaga,

- España)”, en AA. VV., *Iberoamérica Subterránea. I Congreso Iberoamericano y V Congreso Español de Cuevas Turísticas*, J. M. Calaforra & J. J. Durán (eds.), Madrid, Asociación de Cuevas Turísticas Españolas, 2014a, pp. 229-238.
- LIÑÁN, C. y DEL ROSAL, Y., “Natural Ventilation of Karstic Caves: New Data on the Nerja Cave (Malaga, S of Spain)”, en AA. VV., *Hydrogeological and Environmental Investigations in Karst Systems*, B. Andreo *et al.* (eds.), Environmental Earth Sciences 1, Berlín, Springer, 2014b, pp. 505-511.
- LIÑÁN, C., DEL ROSAL, Y., CARRASCO, F., VADILLO, I., BENAVENTE, J., y OJEDA, L., “Highlighting the importance of transitional ventilation regimes in the management of Mediterranean show caves (Nerja-Pintada system, southern Spain)”, *Science of The Total Environment*, vol. 631, 2018, pp. 1268-1278.
- LIÑÁN BAENA, C., “Historia de las investigaciones en la Cueva de Nerja Málaga”, en AA. VV., *Jornadas de Arqueología y Geología*, Alcaucín (Málaga), 29-30 de septiembre de 2018, Amalia Muñoz Martín (ed. y coord.), Málaga, 2021, pp. 13-24.
- LIÑÁN, C., OJEDA, L., BENAVENTE, J., DEL ROSAL, Y., VADILLO, I., y CARRASCO, F., “Coupling air temperature records and gravimetric data to interpret ventilation patterns in a Mediterranean karstic system (Nerja-Pintada caves, southern Spain)”, *Science of The Total Environment*, vol. 730, 2020, 139147.
- LIÑÁN, C., BENAVENTE, J., DEL ROSAL, Y., VADILLO, I., OJEDA, L., y CARRASCO, F., “Condensation water in heritage touristic caves: isotopic and hydrochemical data and a new approach for its quantification through image análisis”, *Hydrological Processes*, 35, 2021, e14083, <https://doi.org/10.1002/hyp.14083>.
- MEDINA M.A., CRISTO A., ROMERO A., SANCHIDRIÁN J. L., “Otro punto de luz. Iluminación estática en los ‘santuarios’ paleolíticos. El ejemplo de la Cueva de Nerja (Málaga, España)”, en J. Clottes (dir.), *L’art pléistocène dans le monde, Actes du Congrès IFRAO*, Tarascon-sur-Ariège, septembre 2010, *Symposium Art pléistocène en Europe*, n.º spécial de *Préhistoire, Art et Sociétés, Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées*, LXV-LXVI, 2010-2011, pp. 105-121.
- MEDINA ALCAIDE M. A. y SANCHIDRIÁN TORTI, J. L., “Hacia el lado oscuro: Cueva de Nerja a la luz de los nuevos datos”, en AA. VV., *Cien años de arte rupestre paleolítico, centenario del descubrimiento de la Cueva de la Peña de Candamo (1914-2014)*, M. S. Corchón Rodríguez y M. Menéndez Fernández (eds.), Salamanca, Universidad, 2014, pp. 133-141.

- MEDINA ALCAIDE, M. A., *Iluminando la oscuridad de las cuevas con manifestaciones gráficas paleolíticas: una visión integral e interdisciplinar del Contexto Arqueológico Interno y de los carcones de madera*, tesis doctoral presentada en la Universidad del País Vasco, 2019, inédita.
- MESA, M. D., *Nuevo fenómeno en el arte rupestre prehistórico: estudio de manifestaciones gráficas singulares de la Cueva de Nerja*, trabajo fin de grado presentado en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Córdoba, 2020, inédito.
- MÁRQUEZ ALCÁNTARA, A., SANCHIDRIÁN TORTI, J. L., “Radiodataciones y sus repercusiones en el arte prehistórico malagueño”, *Mainake*, XXV, 2005, pp. 275-292.
- MÁRQUEZ A. M. y SANCHIDRIÁN J. L., *Cartografía de los materiales arqueológicos en superficie de la Cueva de Nerja*, 1997, inédito.
- MARTIN SANCHEZ, P., NOVÁKOVÁ, A., BASTIAN, F., ALABOUVETTE, C., SAIZ y JIMENEZ, C., “Use of biocides for the control of fungal outbreaks in subterranean environments: the case of the Lascaux Cave in France”, *Environmental science & technology*, 46-7, 2012, pp. 3762-3770.
- MARTÍNEZ MORENO, F. J., GALINDO, J., LIÑÁN, C., GONZÁLEZ CASTILLO, L., BENAVENTE, J., MARTÍNEZ MARTOS, M., DEL ROSAL, Y., FERNÁNDEZ, L., TENDERO, V., MADARIETA TXURRUKA, A., “Development and collapse of karstic cavities in folded marbles: Geomorphological and geophysical evidences in Nerja Cave (southern Spain)”, *Journal of Applied Geophysics*, v. 187, 104287, <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2021.104287>.
- MUÑOZ FERNÁNDEZ, J., DEL ROSAL, Y., ALVAREZ GÓMEZ, F., HERNÁNDEZ MARINÉ, M., GUZMÁN SEPÚLVEDA, R., KORBEE, N., y FIGUEROA, F. L., “Selection of LED lighting systems for the reduction of the biodeterioration of speleothems induced by photosynthetic biofilms in the Nerja Cave (Malaga, Spain)”, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 217, 2021, pp. 112-155, doi 10.1016/j.jphotobiol.2021.112155
- OJEDA, L., VADILLO, I., ETIOPE, G., BENAVENTE, J., LIÑÁN, C., DEL ROSAL, Y., TAPIA, S. T., MORÍNIGO, M. A., y CARRASCO, F., “Methane sources and sinks in karst systems: The Nerja Cave and its vadose environment (Spain)”, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 259, 2019, pp. 302-315.
- OJEDA, L., *Behaviour of greenhouse gases (methane and carbon dioxide) in karst cave environments: the case of the Nerja Cave system (SE Spain) and the Wombeyan Caves (NSW, Australia)*, tesis doctoral defendida en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Málaga, 2021, inédita.

- PELLICER CATALÁ, M., *Estratigrafía Prehistórica de la Cueva de Nerja: 1.ª Campaña*, Madrid, Ministerio de Educación Nacional y Patronato de la Cueva de Nerja, 1962.
- PELLICER CATALÁ, M., y ACOSTA, P., *El neolítico de la Cueva de Nerja en el contexto andaluz*, «Trabajos sobre la cueva de Nerja» 6, Málaga, Patronato de la Cueva de Nerja, 1997.
- PONS BRANCHU, E., SANCHIDRIÁN, J. L., FONTUGNE, M., MEDINA ALCAIDE, M. Á., QUILES, A., THIL, F., y VALLADAS, H., “U-series dating at Nerja cave reveal open system. Questioning the Neanderthal origin of Spanish rock art”, *Journal of Archaeological Science*, 117, 2020, 105120.
- PORCA, E., JURADO, V., MARTÍN-SÁNCHEZ, P. M., HERMOSÍN, B., BASTIAN, F., ALABOUVETTE, C., y SAIZ-JIMÉNEZ, C., “Aerobiology: An ecological indicator for early detection and control of fungal outbreaks in caves”, *Ecological Indicators*, 11, 2011, pp. 1594-1598, doi: 10.1016/j.ecolind.2011.04.003.
- SAIZ JIMÉNEZ, C., CUEZVA, S., JURADO, V., FERNÁNDEZ CORTÉS, A., PORCA, E., BENAVENTE, D., CAÑAVÉRAS, J. C., y SÁNCHEZ MORAL, S., “Paleolithic Art in Peril: Policy and Science Collide at Altamira Cave”, *Science*, 334, 6052, 2011, pp. 42-43, doi 10.1126/science.1206788.
- SANCHIDRIÁN TORTI, J. L., *Arte rupestre de la Cueva de Nerja*, «Trabajos sobre la cueva de Nerja» 4, Málaga, Patronato de la cueva de Nerja, 1994.
- SANCHIDRIÁN, J. L., MEDINA, A., y ROMERO, A., “El ‘Gravetiense profundo’ de la cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España)”, en AA. VV., *Pensando el Gravetiense: nuevos datos para la región cantábrica en su contexto peninsular y pirenaico*, «Monografías del Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira» n.º 23, C. de las Heras, J. A. Lasheras, A. Arrizabalaga, M. de la Rasilla (coords.), Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012, pp. 501-511.
- SANCHIDRIÁN, J. L., MEDINA, A. y ROMERO, A., “Nuevos enfoques en el arte paleolítico de Andalucía: El caso de la cueva de Nerja como paradigma”, en AA. VV., *F. Javier Fortea Pérez: Universitatis Ovetensis Magister, Estudios en homenaje*, M. de la Rasilla Vives (coord.), Oviedo, Ediciones de la Universidad de Oviedo, 2013, pp. 401-413.
- SENDRA, A., LARA, M. D., RUIZ AVILÉS, F., y TINAUT, A., “Une nouvelle espèce du genre *Plusiocampa* Silvestri, 1912 (Diplura, Campodeidae) et données pour sa reconstruction paléobiogéographique dans les Bétiques”, *Subterranean Biology*, 2, 2004, pp. 113-122.
- TINAUT, A., *Estudio de la entomofauna de la Cueva de Nerja*, 2000-2002, trabajo inédito.

- TORRES, A. J., *Seguimiento colorimétrico de las manifestaciones gráficas prehistóricas de la Cueva de Nerja*, trabajo fin de carrera presentado en el Departamento de Geografía y Ciencias del Territorio, Área de Prehistoria, Universidad de Córdoba, 2016, inédito.
- TORRES A. J., *De lo invisible a lo imborrable: reconstrucción virtual de un panel de arte rupestre paleolítico de la Cueva de Nerja*, trabajo fin de máster, presentado en el Departamento de Prehistoria Arqueología e Historia Antigua, Universidad de Alicante, 2017, inédito.
- VADILLO, I., BENAVENTE, J., NEUKUM, C., GRÜTZNER, C., CARRASCO, F., AZZAM, R., LIÑÁN, C., y REICHERTERD, K. “Surface geophysics and borehole inspection as an aid to characterizing karst voids and vadose ventilation patterns (Nerja research site, S. Spain)”, *Journal of Applied Geophysics*, 82, 2012, pp. 153-162, doi: 10.1016/j.jappgeo.2012.03.006.

