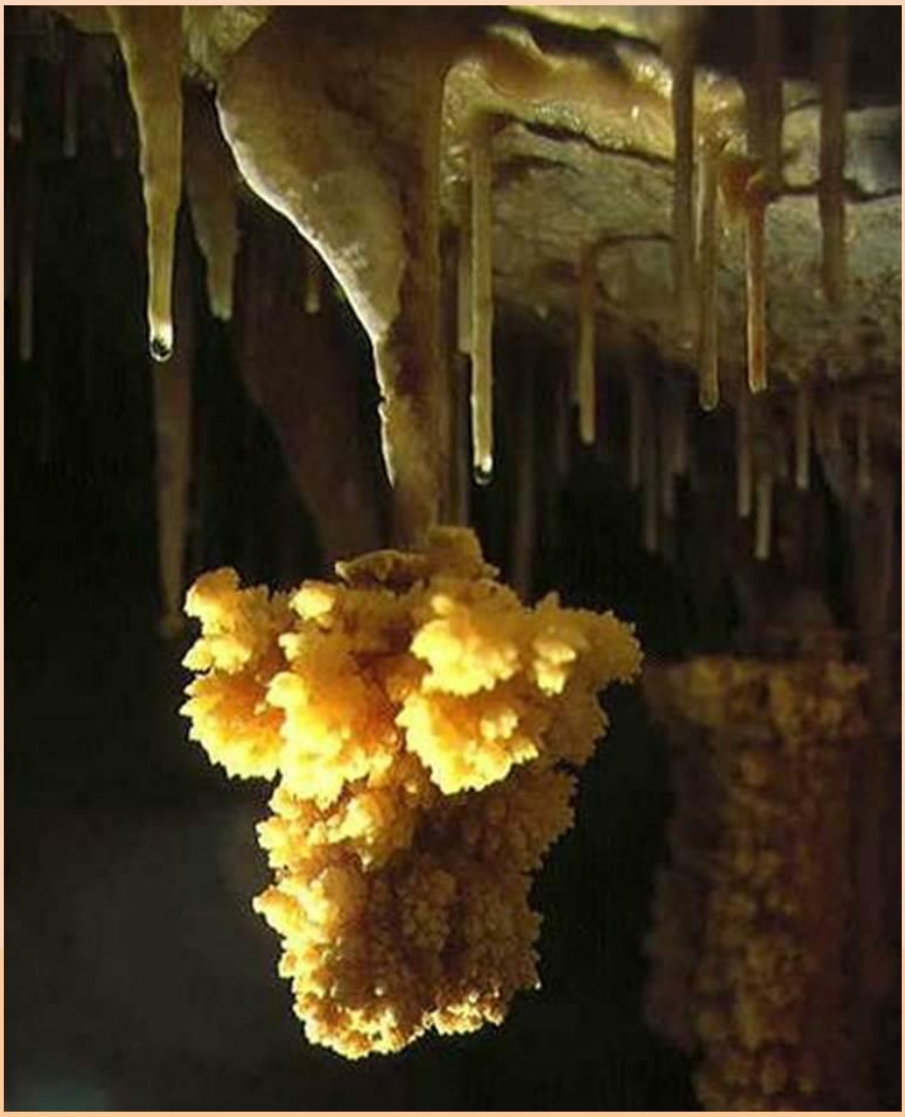
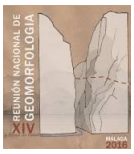
Cueva de Nerja y litoral oriental de Málaga



EXCURSIONES

XIV REUNIÓN NACIONAL DE GEOMORFOLOGÍA

Sociedad Española de Geomorfología
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD
Instituto Geológico y Minero de España
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
FUNDACIÓN CuevadeNerja



Cueva de Nerja y Litoral oriental de Málaga

Antonio Pedrera
Matías Mérida Rodríguez
Sergio Reyes Corredera
Cristina Liñán Baena
Francisco Carrasco
Jesús F. Jordá
J. Emili Aura Tortosa

Sociedad Española de Geomorfología
Instituto Geológico y Minero de España
Universidad de Málaga
Fundación Cueva de Nerja

2016

Índice de contenidos:

Introducción

1. Marco geológico y geomorfológico
Antonio Pedrera

2. Litoral oriental de Málaga
2.1. Procesos territoriales y transformaciones paisajísticas en el litoral oriental de la provincia de Málaga
Matías Mérida Rodríguez
Sergio Reyes Corredera
2.2. Contexto geomorfológico del litoral de Nerja
Cristina Liñán Baena

3. Cueva de Nerja
3.1 Contexto geográfico y geológico de la cueva de Nerja
Francisco Carrasco
3.2. Geomorfología kárstica de la cueva de Nerja
Cristina Liñán Baena
3.3. Geoarqueología de la cueva de Nerja
Jesús F. Jordá
J. Emili Aura Tortosa

Bibliografía citada

Cubierta: Espeleotema complejo en las Galerías Nuevas de la cueva de Nerja (Málaga), que combina en su formación procesos kársticos y la repercusión de las fluctuaciones del nivel del mar.
Foto: Juan José Durán. Diseño de portada: Ángel Martín Serrano.

© Autores de los textos y las figuras
© Instituto Geológico y Minero de España (esta edición)
Ríos Rosas, 23 - 28003 Madrid
Tel.: +34 91 349 57 00 - Fax: 91 442 62 16
Web: http://www.igme.es

Esta obra está bajo una Licencia CreativeCommons del tipo
Reconocimiento- NoComercial-SinObraDerivada 3.0 España.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/

Imprime: Servicio de Reprografía del Instituto Geológico y Minero de España

Introducción

El litoral oriental de la provincia de Málaga se desarrolla entre la ciudad de Málaga y el límite Este de la provincia, comprendiendo la costa de Nerja. El interés geomorfológico de la cueva de Nerja reside en el espectacular desarrollo de formas endokársticas y en su contenido geoarqueológico, consecuencia del hábitat humano desde la Prehistoria. La formación de este paisaje ha estado controlado, entre otros factores, por las características litológicas, estratigráficas, tectónicas y eustáticas de este sector; pero también por la ancestral presencia humana en el mismo.

Los territorios por los que discurre esta excursión de la XIV Reunión Nacional de Geomorfología son resultado del modelado kárstico, fluvial y litoral que actúa sobre el relieve de la cordillera Bética. Son paisajes con un alto interés geomorfológico que dependen de la interacción entre procesos climáticos, geodinámicos y, en los últimos milenios, también de la actividad antrópica. La cordillera Bética constituye la terminación occidental del orógeno Alpino que bordea el Mediterráneo, ocupa el Sur de la península Ibérica, y se extiende hacia el Este hasta las islas Baleares. El recorrido está enmarcado en su parte occidental, dentro de la provincia de Málaga. La guía de campo comienza con una introducción al marco geológico, donde se describe la importancia del contexto geodinámico y los principales dominios de la cordillera Bética y, finalmente, la relación entre el relieve y la estructura cortical de la cordillera.

1. Marco geológico y geomorfológico

1.1. La Cordillera Bética y su contexto geodinámico

La región del Mediterráneo occidental incluye varios segmentos diferentes del orógeno Alpino: la Cordillera Bético-Rifeña, las Montañas del Tell, los Apeninos, los Alpes y los Pirineos (Jolivet y Faccenna, 2000). Los procesos orogénicos alpinos comenzaron en el Mediterráneo durante el Cretácico como consecuencia de la subducción y colisión entre las placas Africana y Europea, y de estas con otros dominios continentales menores (Dercourt *et al.*, 1986). La Cordillera Bética se extiende al sur de la Península Ibérica y continúa al otro lado del Estrecho de Gibraltar en la Cordillera del Rif.

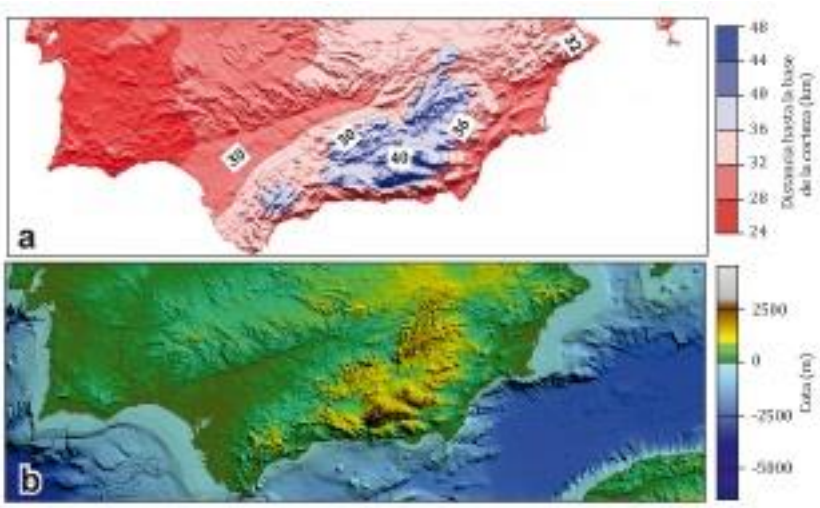


Figura 1.1. Disposición del relieve por sus cotas topográficas en el sur de la península Ibérica (abajo) y mapa de la representación de la distancia hasta la base de la corteza (arriba).

Ambas cordilleras constituyen las dos ramas del Arco de Gibraltar que rodea la cuenca sedimentaria de Alborán. La formación del Arco de Gibraltar es resultado de la subducción y colisión entre varias placas tectónicas de naturaleza continental: la placa Ibérica (que actualmente forma parte de la placa Europea), la placa Africana y la pequeña placa de Alborán, situada entre las dos anteriores. Estos tres dominios continentales estaban originalmente separadas por litosfera oceánica y comenzaron a acercarse hace unos 25 millones de años. La convergencia entre las placas motivó la subducción de la litosfera oceánica bajo la placa o Dominio de Alborán que sufrió un movimiento relativo hacia el oeste. Los sedimentos con facies de aguas profundas que se depositaron sobre esta litosfera oceánica constituyen hoy las unidades de los Flysch. La placa de Alborán fue colisionando con los márgenes de antepaís de las placas Ibérica y Africana a medida que la litosfera oceánica se iba consumiendo en la zona de subducción. La colisión ocurrió antes en la parte oriental de la cordillera y alcanzó los sectores más occidentales posteriormente, hace unos 18 millones de años. La parte más distal del paleomargen Sudibérico fue subducida bajo la placa de Alborán durante el Mioceno inferior y medio.

En la transversal central-oriental de la cordillera este margen continental subducido fue posteriormente incorporado y exhumado formando el denominado Complejo Nevado-Filábride. Sin embargo, el paleomargen Sudibérico continúa aun subducido bajo las Zona Interna en la parte occidental de la cordillera y alcanza unos 100 km de profundidad. La placa de Alborán, que hoy constituye la Zona Interna de la cordillera, actuó por tanto como una pala excavadora deformando y apilando las rocas sedimentarias depositadas sobre los márgenes de las placas Ibérica y Africana. Estas rocas incluyen fundamentalmente series continentales triásicas y secuencias marinas jurásicas, cretácicas y paleógenas. Este empuje produjo la deformación de las series sedimentarias que se despegaron de su basamento ibérico, mucho más resistente. La zona externa forma un cinturón formado fundamentalmente por pliegues y fallas inversas limitado al sur por la Zona Interna y al norte por la cuenca sedimentaria del Guadalquivir.

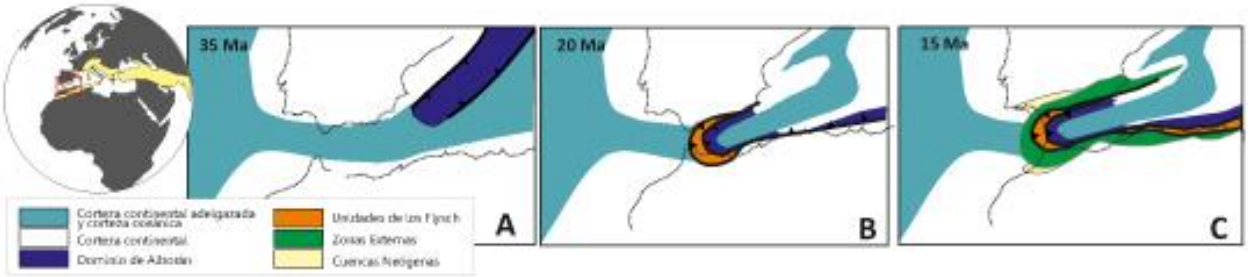


Figura 1.2. Evolución geológica en los últimos 35 millones de años del sector del estrecho de Gibraltar, mar de Alborán y cordilleras bético-rifeñas.

1.2. Dominios geológicos de la Cordillera Bética

○ La Zona Interna

La Zona Interna está compuestas por tres complejos apilados que, en orden ascendente, se denominan: Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláguide (Fig. 1.1). El Complejo Nevado-Filábride está formado por rocas metamórficas con protolitos de edad Paleozoico o más antiguos (Gómez-Pugnaire *et al.*, 2012). El Complejo Alpujárride incluye unidades metapelíticas del Paleozoico y carbonatadas del Mesozoico que estuvieron involucradas en varios eventos metamórficos (Delgado *et al.*, 1981).La partes inferiores de algunas unidades alpujárrides occidentales sufrieron un metamorfismo de alta temperatura durante el Pérmico e incluyen grandes cuerpos de peridotitas (Acosta *et al.*, 2014). Posteriormente el Complejo Alpujárride registró un evento metamórfico de media-alta presión y baja temperatura entre 50 y 30 m.a. (Balanyá *et al.*, 1997). El complejo Maláguide está compuesto por un basamento pre-Pérmico, que registró un metamorfismo de bajo grado, y una cobertera no metamórfica mesozoica y paleógena (De Jong, 1991; Lonergan, 1993).
El Complejo Nevado-Filábride aflora en el núcleo de tres antiformas de dirección E-O que están situadas en la parte central y occidental de la cordillera: Sierra de Alhamilla, Sierra

Nevada y la Sierra de los Filabres. Los complejos Alpujárride y Maláguide tienen una distribución más amplia y también afloran en los sectores occidentales. El metamorfismo de alta presión registrado en algunas unidades del Complejo Nevado-Filábride ha sido recientemente datado como Mioceno inferior (Behr y Platt, 2012). Este evento metamórfico coincide temporalmente con la exhumación del Complejo Alpujárride y por lo tanto independiza ambas historias tectono-metamórficas (López Sánchez-Vizcaíno *et al.*, 2001; Platt *et al.*, 2006). Esto ha llevado a la redefinición del Dominio de Alborán que estaría compuesto exclusivamente por los complejos Alpujárride y Maláguide. El Complejo Nevado-Filábride pasa a considerarse la parte distal del paleomargen Sudibérico que subdujo bajo el Dominio Alborán, y se situó bajo el Complejo Alpujárride durante su exhumación tardía (Platt *et al.*, 2013).

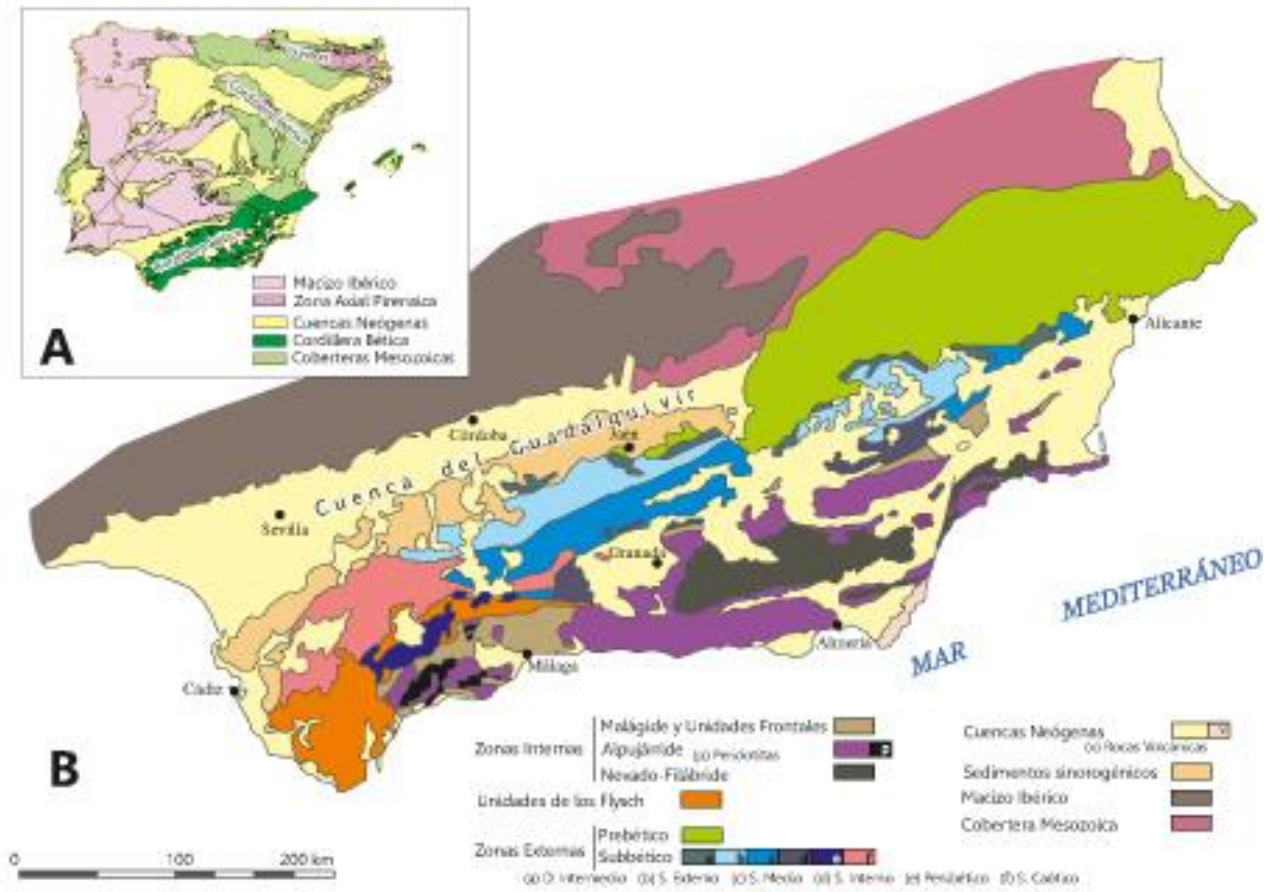


Figura 1.3. Mapa general de la disposición de las zonas y unidades geológicas de la cordillera Bética.

Las Unidades Frontales

Las Unidades Frontales son secuencias formadas por carbonatos mesozoicos que afloran de manera discontinua y prácticamente sin metamorfismo delante de la Zona Interna (Serrano, 1998; Martín-Algarra y Vera, 2004). Los afloramientos más importantes ocurren a lo largo de la Sierra de las Nieves, situada en la parte occidental de la cordillera, en la provincia de Málaga.

Las Unidades de los Flysch

Las Unidades de los Flysch están formadas por arcillas, margas y areniscas siliciclásticas de edad Cretácico-Burdigaliense que fueron depositadas en una cuenca oceánica profunda (Durand-Delga *et al.*, 2000; Guerrera *et al.*, 2012). En el Campo de Gibraltar, estas unidades están deformadas por un conjunto de pliegues y cabalgamientos que favorecieron su emplazamiento sobre las Zonas Externas (Luján *et al.*, 2006). En sectores más orientales, están involucradas en una *mélange* tectónica situada en el contacto entre la Zona Interna y la Externa y desarrollada durante el proceso de subducción (Martín-Algarra *et al.*, 2009). Además se han descrito unidades sedimentarias olistostrómicas que están compuestas fundamentalmente por unidades de los Flysch redepositadas (El complejo de La Joya; Suades y Crespo, 2013).

La Zona Externa

La Zona Externa de la Cordillera Bética está compuesta principalmente por rocas sedimentarias depositadas sobre el Macizo Ibérico durante el Mesozoico y el Paleógeno. La sedimentación se inició en el Triásico, dominada por una alternancia de depósitos continentales y costeros (Pérez-López y Varela, 2007). Las secuencias del Triásico inferior están compuestas por sedimentos continentales siliciclásticos (Sopeña y Sánchez-Moya, 2004). El Triásico medio y superior contiene carbonatos marinos, rocas siliciclásticas continentales y evaporitas, incluyendo capas de sales depositadas en un ambiente marino somero y en condiciones de aridez (Ortí, 1974). Una plataforma carbonatada somera cubrió el buena parte del paleomargen Sudibérico durante el Jurásico inferior. Esta plataforma se compartimentó en varios dominios a partir del Jurásico medio que se denominan, de Norte a Sur: la Zona Prebética, las Unidades Intermedias, y la Zona Subbética (García-Hernández *et al.*, 1980; Vera y Martín-Algarra, 2004). El Prebético se caracteriza por varios ambientes sedimentarios que incluyen depósitos continentales y episodios erosivos en transición a un ambiente de plataforma y talud, la Unidad Intermedia presenta facies de cuenca proximal y la Zona Subbética facies de cuenca pelágica (García-Hernández *et al.*, 1980). A su vez se diferencian tres subdominios paleogeográficos dentro del Subbético que son, de norte a sur: el Subbético Externo, una zona pelágica superficial; El Subbético Medio, con facies de cuenca pelágica y abundante vulcanismo basáltico; y el Subbético Interno, dominado por un ambiente pelágico más somero.

En la parte occidental de la Cordillera Bética, no afloran ni el Prebético ni las Unidades Intermedias. El Subbético Interno occidental o Penibético, donde se incluyen las

Sierra de Huma, del Valle de Abdalajís y la del Torcal de Antequera, presenta una laguna estratigráfica durante el Cretácico inferior y está bien estructurado (Azema *et al.*, 1979). Sin embargo, el Subbético Medio y el Externo forman parte del denominado Subbético Caótico (Vera y Martín-Algarra, 2004). Los materiales carbonatados subbéticos afloran en sierras aisladas que están rodeadas por una mezcla de rocas heterogéneas, en edad y naturaleza, embebidas en una matriz arcillosa fundamentalmente triásica. La presencia de secuencias Cretácico superior directamente sobre los materiales triásicos sugiere que la cuenca Subbética estuvo afectada por diapiros (Flinch *et al.*, 1996). Estas plataformas carbonatadas previamente instruidas por diapiros fueron posteriormente involucradas en la deformación contractiva que afecto a la parte externa de la Cordillera Bética, lo que provoco el aparente aspecto caótico de este sector. Hacia su parte más frontal está *mélange* halocinética y tectónica fue erosionada y depositada como olistostromas (Pedrera *et al.*, 2012).

- **Las cuencas sedimentarias neógenas**

Las cuencas sedimentarias neógenas se desarrollaron tanto en la Zona Interna como en la Zona Externa de la Cordillera. La configuración, límites y dinámica sedimentaria de cada una están vinculados a la evolución tectónica de la cordillera. La cuenca más importante es la Cuenca del Guadalquivir, una cuenca de antepaís situada en la parte frontal de la cordillera desde el Mioceno inferior-medio y que estuvo conectada al Océano Atlántico durante toda su evolución. El resto de cuencas neógenas, generalmente denominadas cuencas intramontañosas, tienen menor tamaño y se desarrollaron a partir del Mioceno medio-superior coincidiendo con el inicio del relieve en la cordillera. Las cuencas intramontañosas situadas sobre la Zona Externa representaban pequeñas bahías conectadas a la Cuenca del Guadalquivir y por lo tanto al Océano Atlántico. En cambio, las cuencas situadas sobre la Zona Interna estuvieron conectadas con el Mar Mediterráneo durante parte de su historia. Algunas de estas cuencas formaron parte de corredores y estrechos que unían el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo. El levantamiento de la cordillera produjo la desconexión progresiva entre el Mediterráneo y el Atlántico que llegó a ser completa durante el Mesiniense tardío (entre 5,96 y 5,33 m.a.) y culminó con la Crisis de Salinidad Mesiniense. La línea de la costa retrocedió produciendo una importante bajada del nivel de base de los ríos que desembocaban en esta vertiente y que evolucionaron a una dinámica erosiva (Hsu *et al.* 1973; Krijgsman *et al*., 1999). Después de una transgresión moderada durante el Plioceno, un nuevo episodio de elevación de incisión fluvial tuvo lugar durante el Cuaternario (Ruiz-Constán *et al.*, 2010).

1.3. El relieve y estructura de la litosfera en la Cordillera Bética

Existe una buena correlación entre la potencia cortical y el relieve de la Cordillera Bética. Las máximas cotas están situadas la transversal central de la cordillera, especialmente en su Zona Interna. En Sierra Nevada y Sierra de Los Filabres se alcanzan cotas de 2500-3300 m y potencias corticales de unos 35-40 km. También existe una buena correlación entre la cota media de las transversales de la cordillera y los procesos geodinámicos responsables de su formación. La cota media de la transversal central-oriental (Sierra

Nevada, la Sierra Filabres y el Arco de Cazorla), donde la parte distal del margen continental Sudibérico fue subducido e incorporado a la colisión desde el Mioceno medio, es notablemente más alta que la de la transversal occidental. El relieve medio del sector occidental, donde se encuentran la Sierra del Valle de Abdalajís, la Sierra de Huma y la del Torcal de Antequera, está posiblemente condicionado por el empuje descendente que ejerce la litosfera oceánica subducida que aún está adherida al margen continental litosfera continental (Ruiz-Constán *et al.*, 2011). La contribución de la esta litosfera subducida a la topografía de la cordillera como la posible existencia de topografía dinámica en algunos sectores de la cordillera relacionada con convección en el manto están aún por analizar.

2. Litoral oriental de Málaga

2.1. Procesos territoriales y transformaciones paisajísticas en el litoral oriental de la provincia de Málaga

El espacio litoral oriental de la provincia de Málaga constituye un área de un intenso dinamismo socioeconómico, en el que, a diferencia de otros espacios litorales mediterráneos cercanos, se superponen, en un frágil equilibrio, diversos procesos territoriales: el proceso de urbanización, el desarrollo turístico y la agricultura intensiva. Esto ha supuesto la transformación del modelo territorial tradicional y la aparición de nuevos paisajes. Prácticamente, sólo los espacios naturales protegidos situados en el límite oriental de la provincia (Sierra de Almijara, Acantilados de Maro-Cerro Gordo) permanecen en líneas generales al margen de estos cambios.

2.1.1. El modelo territorial tradicional

Antes de las profundas modificaciones que comenzarían a desarrollarse en la segunda mitad del siglo XX, el modelo territorial del litoral oriental se fundamentaba en la actividad agrícola y, más débilmente, en el carácter marítimo y de eje de comunicaciones que tenía esta zona. El medio físico aparecía como un condicionante y al mismo tiempo un factor de oportunidad; en principio, el carácter montuoso del espacio cercano a la costa, con una estrecha llanura litoral y cortos valles transversales, orientaba el aprovechamiento humano principalmente hacia los valles de los principales ríos, sobre todo el Vélez, y a las pequeñas vegas litorales, como la de Nerja. Sin embargo, el carácter deleznable de los materiales esquistosos de los montes cercanos, su modelado en laderas convexas, y sobre todo la benignidad climática de estos espacios, propiciaron el cultivo de estas laderas de media montaña, sobre todo con la vid, que se convirtió en su producto más reconocido y emblemático.

Los usos del suelo dominantes eran, debido a estas potencialidades del medio, los agrarios, tanto en los valles y en la estrecha llanura litoral como en los montes cercanos, que constituían las primeras estribaciones de los Montes de Málaga, por el oeste, y de la Sierra de Almijara, por el este. En los primeros se localizaba el regadío, dedicándose los terrenos a la producción hortícola como, más intensamente cuanto más al este, al cultivo de la caña de azúcar, especialmente en las vegas de Nerja y Vélez. En los segundos, el secano, tras la crisis de la filoxera de comienzos del siglo XX sobre todo de carácter arbóreo, como el almendro (más al oeste) y el olivar (más al este).

El territorio se encontraba articulado por dos ejes de transportes. En primer lugar, por el eje litoral, tanto viario como, hasta Torre del Mar, ferroviario. Un segundo eje importante tendría un trazado perpendicular a la costa siguiendo, tanto la carretera como el ferrocarril, el valle del río Vélez, hasta contactar con la provincia de Granada a través de Zafarraya. El sistema de asentamientos estrictamente litoral era muy elemental, situándose los principales núcleos en tierras algo más interiores, como Vélez Málaga, Torrox o Algarrobo, y sobre entornos acantilados, como Nerja. Esto responde a la

tradicional huida de las zonas litorales en la región mediterránea, menos ricas agrícolamente, más inseguras (piratería) y más peligrosas (temporales, enfermedades). El litoral quedaba así conformado por pequeños apéndices pesqueros o viarios de los núcleos tradicionales, como serían los casos de Rincón de la Victoria, Benajarafe o Torre del Mar.

2.1.2. La extensión del proceso de urbanización

A partir de la segunda mitad del siglo XX, diversos procesos contribuirían progresivamente a la expansión del proceso de urbanización por el litoral oriental. En primer lugar, la expansión de la segunda residencia en el sector más occidental, en el municipio de Rincón de la Victoria, debido a la cercanía de la ciudad de Málaga y al atractivo que suponía su carácter litoral. Se conformó así una especie de pequeña ciudad lineal que unió el pequeño núcleo de la Cala del Moral con el de Rincón de la Victoria, prolongándolo, siempre siguiendo el eje litoral, hasta la zona de Torre de Benagalbón, en un característico paisaje de edificaciones unifamiliares de recreo espacialmente extensivas. Más adelante, el proceso se democratizó, y la demanda de segunda residencia hizo crecer al municipio de Rincón de la Victoria, más edificatoria que demográficamente, y se prolongó hasta Torre del Mar, ahora con tipologías preferentemente plurifamiliares, generando una cierta densidad constructiva en estos núcleos.

El desarrollo turístico, sin embargo, se centró especialmente en la parte oriental del litoral. Fue más tardío que el de la Costa occidental malagueña, en sus orígenes más atractiva en términos paisajísticos, con más recursos hídricos y, especialmente, más cercana al aeropuerto internacional, pero al mismo tiempo, por estas razones, algo más selectivo. Turistas sobre todo de origen extranjero se detuvieron en el atractivo paisajístico de núcleos como Nerja y en la entonces prácticamente virgen franja litoral, con unas condiciones climáticas excelentes. Comenzó así el desarrollo turístico a gran escala del litoral, sobre todo en los recién creados apéndices litorales de Algarrobo Costa y Torrox-Costa, donde se asentó una importante colonia alemana. Como en otros aspectos del proceso urbanizador, las mejoras de la red viaria (Autovía del Mediterráneo, ronda de circunvalación de Málaga), a partir de los años 90, espolearon el desarrollo turístico de esta parte del litoral. En líneas generales, sigue siendo mucho más limitado que el existente en la costa occidental malagueña, pero, además de la procedencia y del perfil del turista, continúa teniendo un sello diferencial respecto al litoral occidental: menor volumen de establecimientos hoteleros y, proporcionalmente, mayor importancia de las plazas en apartamentos. Así, siguiendo los datos del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, mientras que Torremolinos duplicaba las plazas en hoteles respecto a la de apartamentos, en Nerja y en Torrox las plazas en apartamentos superan a las existentes en hoteles: 5.242 frente a 3.365.

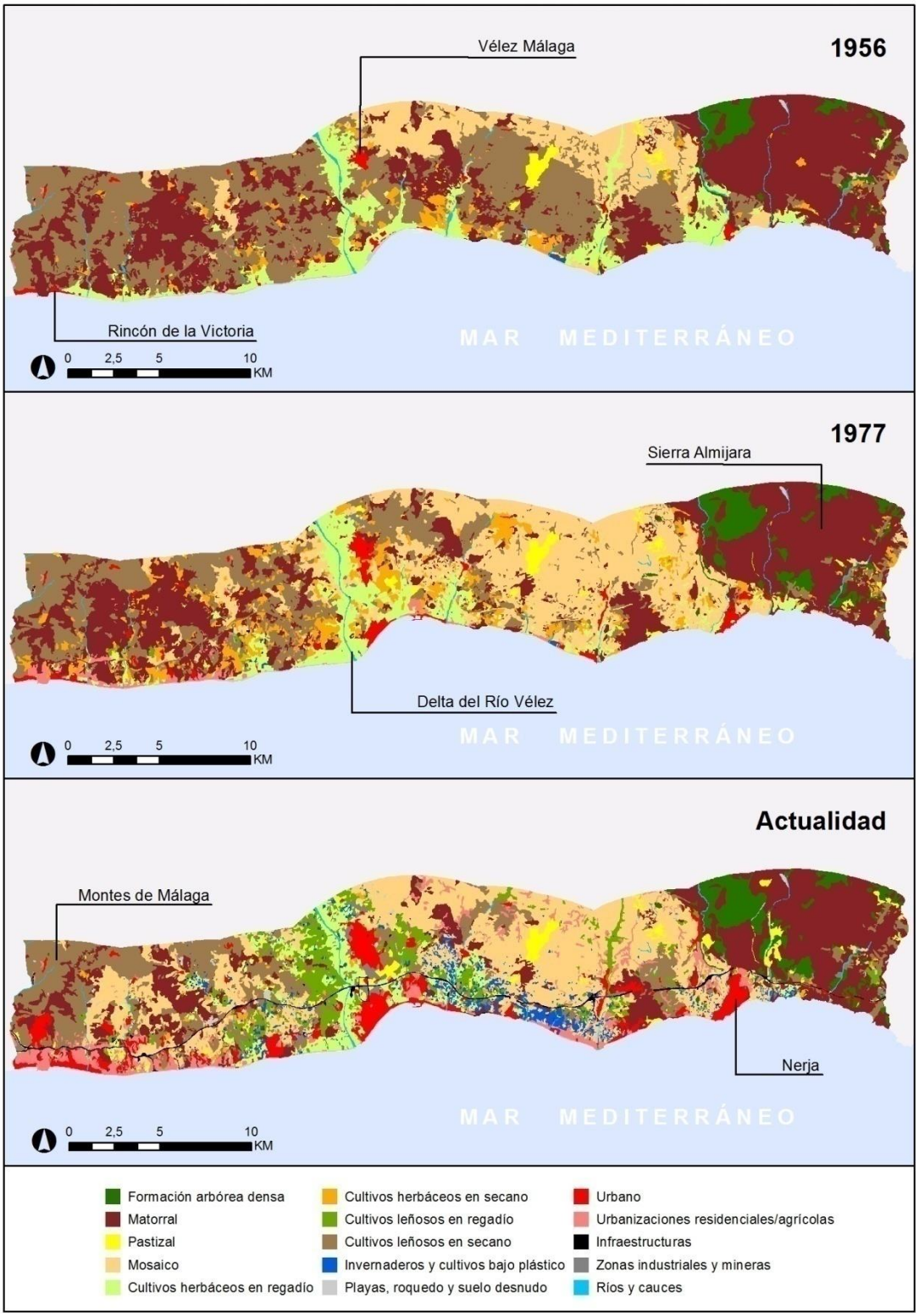


Figura 2.1. Evolución de los usos del suelo en el litoral oriental de la provincia de Málaga. Elaboración propia. Fuente: REDIAM, Junta de Andalucía.

El proceso de urbanización experimentó a partir de los años 80 y sobre todo en las dos décadas siguientes un gran crecimiento en los distintos municipios del litoral oriental, pero centrándose, en esta última etapa, en los más occidentales de ellos. La causa de esta oscilación fue el proceso de metropolización experimentado por la cercana aglomeración urbana de Málaga. Impulsado por el agotamiento del suelo de calidad en el núcleo principal, y su consecuente encarecimiento, así como por la sustancial mejora de las comunicaciones viarias, tanto los distintos núcleos del municipio de Rincón de la Victoria como, en menor medida, de Vélez Málaga, han atraído población urbana, mayoritariamente joven, convirtiendo a estos núcleos en entornos residenciales, a modo de ciudades dormitorio.

Como se puede observar en el siguiente cuadro, el proceso ha sido especialmente virulento en el municipio de Rincón de la Victoria, que ya duplicó su población entre 1970 y 1991 (de 6.043 a 12.601 habitantes), pero que la ha multiplicado prácticamente por 3.5 veces entre 1991 y 2015, reuniendo en la actualidad una población de 43.135 habitantes. Esto ha provocado que la urbanización se densifique en los núcleos compactos y ocupe terrenos que tradicionalmente les estaba vedado, como las primeras alineaciones montañosas, incluso con tipologías plurifamiliares, generando importantes impactos paisajísticos y aumentando la exposición ante los riesgos naturales.

Tabla 2.1. Evolución reciente de la población en municipios del Litoral oriental de la provincia de Málaga
Elaboración propia. Fuentes: Censos y Padrón Municipal.

	1970	1991	2015
Algarrobo	3.848	4.528	6.013
Nerja	8.498	13.604	21.185
Rincón de la Victoria	6.043	12.601	43.135
Torrox	8.247	10.519	15.117
Velez Málaga	42.914	50.999	78.166

2.1.3. Cambios en el espacio agrario. Nuevos cultivos y técnicas agrícolas

El litoral oriental, como en su conjunto la comarca de la Axarquía, ha experimentado importantes transformaciones en el espacio agrario. Los cultivos tradicionales (viñedo, almendros, olivos) han quedado relegados, estando en muchos casos en situación de abandono. Los regadíos tradicionales también han experimentado retrocesos a favor de nuevos cultivos y técnicas agrícolas, y también por la competencia del proceso de urbanización, que disputa, ventajosamente, estos terrenos topográficamente más aptos para la construcción y las infraestructuras. Por ejemplo, la caña de azúcar, un tipo de paisaje muy singular del litoral oriental malagueño y del litoral granadino, prácticamente ha desaparecido, en parte por sus propios problemas estructurales, y en parte también por la presión urbanística sobre sus terrenos. Sin embargo, por otro lado se han ampliado

los espacios regados de forma sustancial, satisfaciendo las demandas de nuevos cultivos, como los subtropicales, especialmente a partir de la construcción, en los años 80, del embalse de la Viñuela, al norte de la comarca de la Axarquía y el de mayor capacidad de la provincia de Málaga.

Tabla 2.2. Evolución de los usos del suelo en el litoral oriental de la provincia de Málaga. Elaboración propia. Fuente: REDIAM, Junta de Andalucía.

Usos	1956 (Ha)	1956 (%)	1977 (Ha)	1977 (%)	2007 (Ha)	2007 (%)
Cultivos herbáceos en regadío	3102,24	8,80	2521,74	7,15	1867,80	5,30
Cultivos herbáceos en secano	1005,10	2,85	2802,01	7,94	253,68	0,72
Cultivos leñosos en regadío	7,54	0,02	66,25	0,19	2284,58	6,48
Cultivos leñosos en secano	12564,71	35,62	6658,33	18,88	5247,65	14,88
Formación arbórea densa	788,28	2,23	1343,15	3,81	1518,39	4,31
Infraestructuras	6,98	0,02	12,25	0,03	411,44	1,17
Invernaderos y cultivos bajo plástico	19,27	0,05	32,72	0,09	1082,26	3,07
Matorral	12267,68	34,78	10973,88	31,11	7501,59	21,27
Mosaico	4140,03	11,74	8392,70	23,79	9040,96	25,63
Pastizal	430,03	1,22	575,88	1,63	984,37	2,79
Playas, roquedo y suelo desnudo	191,30	0,54	172,74	0,49	362,65	1,03
Ríos y cauces	313,94	0,89	265,28	0,75	258,14	0,73
Urbanizaciones agrícolas/residenciales	127,46	0,36	611,99	1,74	1931,76	5,48
Urbano	303,44	0,86	768,14	2,18	2191,49	6,21
Zonas industriales y mineras	4,25	0,01	75,91	0,22	331,86	0,94
TOTAL	35272,25	100	35272,97	100	35268,62	100

Entre los nuevos cultivos agrícolas, los más extendidos en los últimos años han sido los cultivos subtropicales de regadío, sobre todo aguacates y mangos. Su localización es particular, ya que requieren suelos sueltos, por lo que se suelen asentar en laderas montañosas aterrazadas, no en los fondos de valle. Su expansión, muy intensa en determinadas zonas, está modificando el relieve de la comarca, sustituyendo las tradicionales laderas convexas en laderas profundamente transformadas mediante importantes movimientos de tierras. Al mismo tiempo, está ampliando espacialmente los terrenos regados, ocupando zonas tradicionalmente dominadas por los cultivos de secano. Las cifras nos demuestran esta nueva tendencia: los cultivos arbóreos en regadío, que en 1956 ocupaban 7 hectáreas, en 2007 representan 2.284 hectáreas.

Los cultivos bajo plástico han experimentado igualmente en los últimos años un fuerte incremento. Sin llegar a las extensiones alcanzadas en las provincias de Almería o de Granada, los invernaderos ocupan en el litoral oriental de la provincia 1.084 hectáreas, cuando en 1977 sólo suponían 32 hectáreas, concentradas en los sectores centrales (Vélez Málaga) y orientales (Algarrobo, Torrox y Nerja). Los cambios paisajísticos han sido también muy significativos, ya que además de ocupar tradicionales espacios regados, en ocasiones han sido construidos en terrazas de laderas montañosas, generando también importantes modificaciones del terreno.

2.1.4. Procesos de urbanización dispersa en espacios rurales

El proceso de urbanización incluye en el litoral oriental y en el conjunto de la comarca de la Axarquía una modalidad singular, la urbanización dispersa en el entorno rural. Aunque no constituya un proceso exclusivo de esta zona de la provincia, se trata de un fenómeno muy extendido, de tal forma que la Axarquía representa uno de sus ejemplos más paradigmáticos.

En este proceso se combinan varios fenómenos de expansión urbana y turística, siendo los más destacados la segunda residencia de poblaciones procedentes de núcleos urbanos y, especialmente, una modalidad turística, el turismo residencial. En la base de la expansión de este proceso de urbanización difusa, que alcanza un volumen muy destacado (se estiman en unas 12.000 en el conjunto de la Axarquía) se encuentra la habitual presencia del hábitat disperso, muy denso en modelos territoriales rurales de base agraria y que tenían como origen la expansión del viñedo y su carácter minifundista. Sobre esta base física y jurídica, la compartimentación de la propiedad de la tierra y las posibilidades de restauración de viviendas en entornos rurales, se ha desarrollado un proceso que ha desbordado sus límites, amplificándose de forma desmesurada. Atraídos por factores climáticos (un clima muy suave para zonas de media montaña), por entornos ambientalmente atractivos de carácter rural, y por la existencia de infraestructuras cercanas (autovías, aeropuerto), servicios y equipamientos relativamente cercanos (hospitales, centros comerciales), la demanda aumentó sustancialmente, y se combinó con una laxitud administrativa que ha permitido la proliferación de viviendas, la mayoría de ellas al margen de la legalidad.

Figura 2.2. Aspecto panorámico del poblamiento rural en este sector de la provincia de Málaga.

Los cambios paisajísticos generados son muy relevantes. A gran escala, el principal impacto lo supone la densidad constructiva alcanzada en determinadas zonas, generada no sólo por las construcciones, sino por elementos complementarios, como los vallados de las fincas o los viales de acceso. A escala de detalle, se observa cómo los emplazamientos tradicionales (cumbres, rellanos de ladera, terrazas fluviales) han sido sustituidos directamente por emplazamientos a media ladera, con los consiguientes taludes y terraplenes, muros de contención, viales de acceso de nueva creación, etc.

Independientemente de los problemas de tipo paisajísticos generados, la urbanización dispersa ha traído consigo múltiples problemas: medioambientales (motorización, residuos, etc.), de activación de riesgos ambientales (inestabilidad de laderas, modificaciones de la red hidrográfica, incendios), de gestión urbana (transportes, servicios educativos, sanitarios), sociales (creación de sociedades duales, con colectivos aislados entre sí), y jurídicos. La solución del problema constituye un problema en sí mismo, tanto si se legalizan las edificaciones como si, algo más improbable, se derriban parte de ellas.

2.2. Contexto geomorfológico del litoral de Nerja

En el extremo oriental del litoral de Málaga, la génesis del relieve ha estado condicionada por las características litológicas y estructurales de los materiales que afloran en este sector de la Cordillera Bética, así como por los cambios climáticos y eustáticos sucedidos en la región (Benavente y Almécija, 1993; Almeida, 1999; Guerra *et al*., 2004; Jordá Pardo, 1992, 2004; Lario *et al*., 1993; Ferre *et al*., 2004).

Desde el punto de vista geológico, en la región de Nerja afloran materiales metamórficos del Complejo Alpujárride y materiales postorogénicos: sedimentos detríticos -continentales y marinos- y travertinos, de edad Plioceno y Cuaternario (Jordá Pardo, 1988; Sanz de Galdeano, 1986; Andreo *et al*., 1993; Guerra y Serrano, 1993; Durán, 1996; Serrano y Guerra-Merchán, 2004). Aunque la estructura general de los materiales alpujárrides corresponde a un conjunto de unidades superpuestas, plegadas y falladas que originan formas de gran complejidad, en el sector de Nerja la estructura geológica es más sencilla, casi tabular, buzando unos 20º hacia el sur. Diversos sistemas de fracturas a todas las escalas, condicionan las direcciones de drenaje superficial y subterráneo y compartimentan la zona en bloques. El sistema principal de fallas, de dirección NW-SE, separa dos sectores geomorfológicamente muy distintos. El sector NE, en el que afloran los mármoles alpujárrides, presenta un relieve muy escarpado, con pendientes que superan los 40-50º y valles profundos. Por el contrario, el sector SW, en el que afloran los esquistos alpujárrides y los materiales postorogénicos, muestra un relieve ondulado, valles menos profundos y pendientes de 10-30º, en el que destaca un conjunto de abanicos aluviales Pleistocenos, fuertemente cementados (Guerra *et al*., 2004).

Jordá Pardo (1992, 2004) diferencia tres unidades geomorfológicas en este sector del litoral: (a) Sierra Almijara, en la que se desarrollan formas kársticas y de gravedad-vertiente, (b) la cuenca sedimentaria de Nerja, con el desarrollo de un piedemonte litoral configurado por abanicos aluviales y (c) la franja costera, con paleoacantilados, acantilados actuales, plataformas de abrasión y playas (Fig. 2.3).

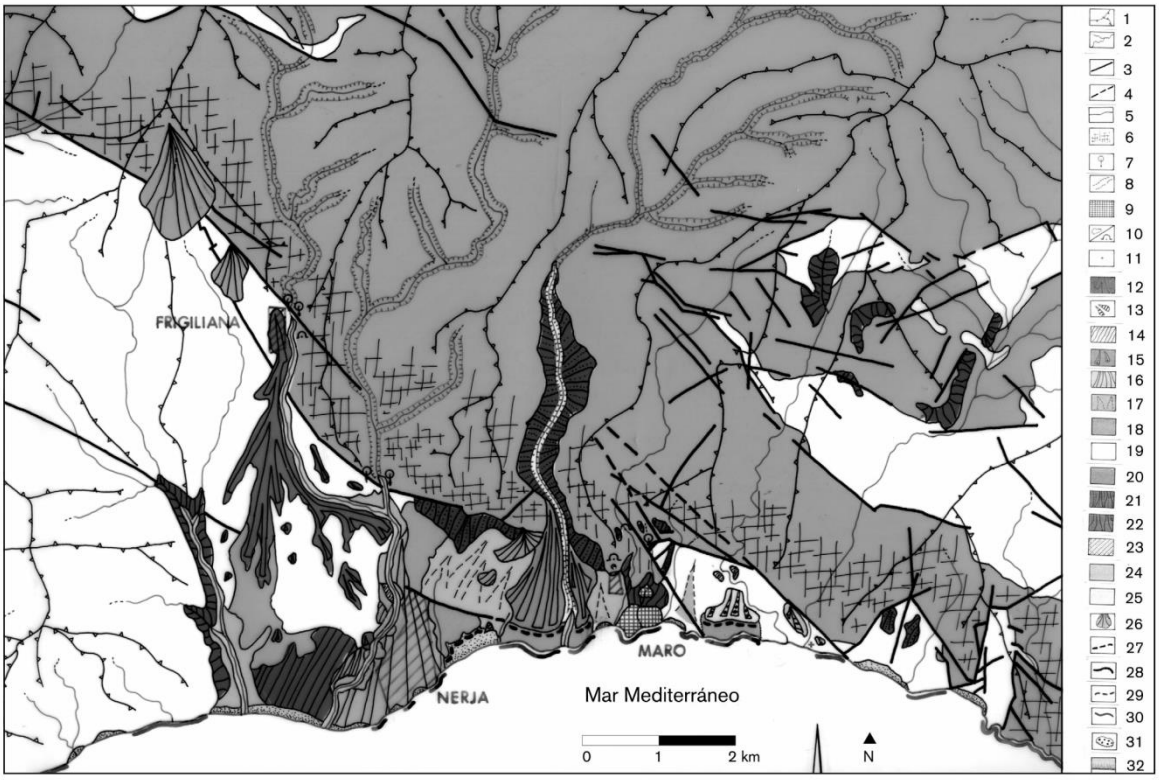


Fig. 2.3. Esquema geomorfológico de la zona de Nerja. Leyenda: 1: divisorias de aguas/crestas; 2: cursos fluviales; 3: fallas; 4: fallas supuestas; 5: límites de los elementos geomorfológicos; 6: lapiaz; 7: surgencia kárstica; 8: cañón kárstico; 9: travertino; 10: torca/cueva; 11: travertino puntual; 12: superficie de Frigiliana; 13: superficie de la Torre de Maro; 14: superficie de los Colmenarejos; 15: superficie de Maro; 16: superficie de Nerja; 17: superficie sobre los esquistos; 18: laderas en mármoles; 19: laderas en esquistos; 20: laderas en depósitos pliocenos y cuaternarios; 21: depósitos de vertiente cementados; 22: depósitos de vertiente sueltos; 23: terraza +7 m; 24: terraza +1,5 m; 25: lechos aluviales; 26: conos de deyección; 27: paleoacantilados sobre depósitos pliocenos y cuaternarios; 28: acantilados sobre depósitos pliocenos y cuaternarios; 29: paleoacantilados sobre rocas del sustrato; 30: acantilados sobre rocas del sustrato; 31: plataformas de abrasión marinas; 32: playas. Fuente: Jordá Pardo (2004).

Sierra Almijara

Sierra Almijara es uno de los relieves que conforman el Parque Natural de las Sierras de Tejeda-Almijara-Alhama (Fig. 2.4). Comprende varias alineaciones montañosas de dirección NW-SE, desarrolladas principalmente sobre los materiales carbonáticos y, en menor medida, sobre los esquistos alpujárrides. La altitud de las mismas desciende con la proximidad a la costa, correspondiendo la cota máxima al vértice Navachica (1823 m s.n.m.). El modelado de la sierra está condicionado por una intensa erosión fluvial, más intensa en la vertiente sur que en la norte, dada la estructura geológica y la mayor profundidad del nivel de base. Además, se observan formas kársticas, depósitos de vertiente y formas asociadas al glaciarismo y periglaciarismo (Jordá Pardo, 1992, 2004; Bueno, 1990; Benavente y Almécija, 1993; Almeida, 1999).

Figura 2.4. Panorámica de Sierra Almijara. Foto: Mariano Ibáñez Heredia.

Las formas exokársticas no son abundantes en Sierra Almijara, debido a la concurrencia de diversos factores negativos de cara al desarrollo de la karstificación, como son la intensa disección fluvial, la existencia de fuertes pendientes, la litología dolomítica frecuente o predominante, la presencia de intercalaciones esquistosas en los mármoles o la elevada fracturación de éstos (Llopis, 1970; Benavente y Almécija, 1993). Entre las formas exokársticas, Jordá Pardo (2004) refiere la existencia de (1) lapiaces del tipo *rillenkarren* y *rinnenkarren*, (2) restos de antiguas cavidades cortadas por la erosión, (3) cañones kársticos, como los de los ríos Higuerón, río Chíllar o Barranco de Maro, originados por procesos mecánicos y de disolución química, (4) formas de absorción abiertas, entre las que se encuentran simas y torcas y formas de emisión (manantiales), entre las que destaca la surgencia de Maro, responsable del depósito de travertinos del Pleistoceno superior localizado junto al sur de dicha pedanía, o los manantiales de los Hoyos, los Patos, el Bolichero y la Fuente Santa (Liñán *et al*., 2000, 2007). Las formas endokársticas están relativamente bien representadas; entre ellas se encuentran las cuevas de Nerja, Frigiliana, Pintada o la cueva del kilómetro 301. Además, se conocen otras cavidades detectadas e investigadas mediante técnicas geofísicas (Vadillo *et al.*, 2012) pero sin acceso desde la superficie, por lo que no han sido exploradas con métodos espeleológicos.

En relación con el modelado glacial y periglacial, Bueno (1990) describe una morfología periglacial para las cabeceras de los ríos Chíllar y del Barranco de Maro y una morfología glacial en el sector de cabecera de dichos cursos de agua. Almeida (1999) refiere la influencia de la gelifracción en las zonas más elevadas de la sierra, por encima de los 1000 m de altitud, lo que favorece la presencia de canchales, derrubios, bloques erráticos, además del modelado en aristas, típico de la media/alta montaña.

Cuenca de Nerja

La Cuenca de Nerja se caracteriza por el desarrollo de un piedemonte litoral configurado por una sucesión de abanicos aluviales escalonados. El rasgo morfológico más destacable en este contexto son las plataformas subhorizontales (Benavente y Almécija, 1993) o superficies antiguas (Jordá Pardo, 2004) desarrolladas sobre los abanicos, y que corresponden a glacis de acumulación (Fig. 2.5) (Dumas, 1966, 1977; Zazo, 1980). Jordá (2004) refiere también la existencia de otros elementos morfológicos como terrazas fluviales, terrazas travertínicas, hombreras de erosión, lechos aluviales y conos de deyección (Fig. 2.3).

Fig. 2.5. Plataforma y barranco de Maro, a la derecha de la imagen, vistos desde Sierra Almijara. Foto: Mariano Ibáñez Heredia.

Las plataformas o superficies antiguas se extienden desde el sector de la Torre de Maro hasta la desembocadura del Río Chíllar, tienen una pendiente entre 3 y 8 º y aparecen escalonadas, de modo que las más antiguas son las que se ubican a mayor altitud (Guerra *et al*., 2004). De mayor a menor cota se diferencian las plataformas de Frigiliana (315-60 m s.n.m), Torre de Maro (170-130 m s.n.m), Colmenarejos (120-95 m s.n.m), Maro (180-60 m s.n.m) y Nerja (100-10 m s.n.m), conocida popularmente como "El Tablazo" y sobre la que se desarrolla esta importante localidad turística. La intensa cementación de las brechas que conforman los abanicos les confiere un alto grado de resistencia frente a la erosión, de forma que las plataformas destacan claramente en el paisaje. La erosión fluvio-kárstica de los ríos y arroyos procedentes de Sierra Almijara ha dado lugar, en estos materiales, al desarrollo de cañones, en cuyas paredes es frecuente la aparición de pequeños abrigos, utilizados tradicionalmente como aprisco para el ganado.

Franja costera

La franja costera de la región de Nerja forma parte de un enclave privilegiado de gran belleza paisajística, el Paraje Natural de los acantilados de Maro-Cerro Gordo (Carrasco, 1999). La costa muestra un carácter abrupto, con un trazado muy irregular en forma de entrantes y salientes rocosos en relación con las principales direcciones de fracturación (Rodríguez-Vidal y Cáceres Puro, 1993). Además, existen paleoacantilados y acantilados desarrollados sobre diversas litologías, cuya altura disminuye significativamente desde el este, donde alcanzan alturas de hasta 100 m, hacia el oeste (Guerra *et al*., 2004). Los paleoacantilados ubicados al pie de la Torre de Maro conservan huellas de organismos perforantes marinos a +64/73 m (Mayoral y Rodríguez Vidal, 1990), cota a la que se situaría el nivel del mar durante el Pleistoceno inferior (Lario *et al*., 1993).

Otras formas que atestiguan las diferentes posiciones de la línea de costa a lo largo del tiempo son las plataformas de abrasión marina de edad Pleistoceno superior, localizadas en las playas de Burriana y de la Torrecilla, a +5 m y a +2 m sobre el nivel del mar actual (Lario *et al*., 1993) o las rasas del sector SE de Cerro Gordo, a +40 y +55 m de altura (Sanz de Galdeano, 2006).

Las playas, asociadas a los principales cursos fluviales y a zonas acantiladas, están formadas predominantemente por gravas y cantos rodados, dada la cercanía de las alineaciones montañosas a la línea de costa. Las playas de mayor tamaño, con una longitud del orden del kilómetro y una anchura superior a los 200 m, son las de la Torrecilla, Playazo y Burriana. Las dos primeras están asociadas a la desembocadura del río Chillar; el desarrollo de la playa de Burriana, al pie de un paleoacantilado, se atribuye a las corrientes de deriva litoral, dado que los aportes de sedimentos fluviales son mínimos en este sector (Jordá Pardo, 2004).

3. La cueva de Nerja

3.1 Contexto geográfico y geológico de la cueva de Nerja

La cueva de Nerja está situada en el extremo suroriental de la provincia de Málaga, a tres kilómetros al Este de la ciudad de Nerja, junto a la localidad de Maro (Fig. 5.1). Se ubica en la vertiente meridional de la Sierra Almijara, en las proximidades del Mediterráneo, a menos de un kilómetro de la línea de costa actual. En los mapas topográficos, a escala 1:50.000, del Instituto Geográfico Nacional, forma parte de las hojas de Vélez-Málaga (1054) y Motril (1055).

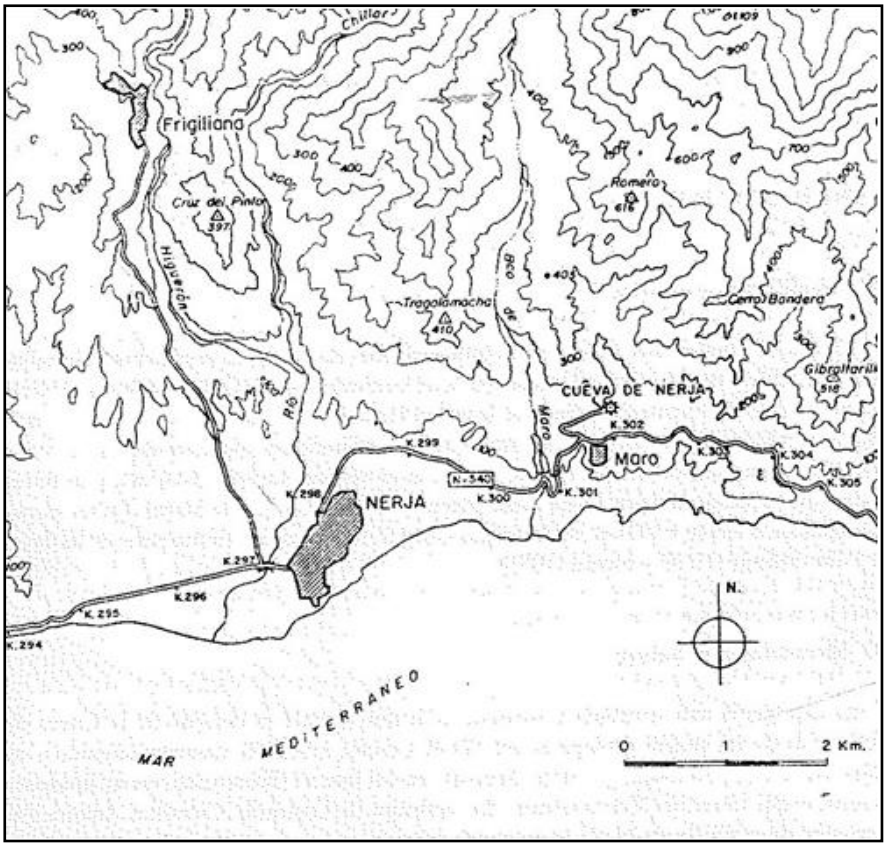


Figura 3.1. Localización geográfica de la cueva de Nerja

La región se encuentra situada en la Zona Interna de la cordillera Bética, cadena de plegamiento alpino que ocupa la zona meridional de la península Ibérica, y que se extiende por la mayor parte de Andalucía hasta el sector Sur de Valencia, con una longitud de 600 km y una anchura que supera los 200 km.

En la Zona Interna de la cordillera Bética se diferencian cuatro dominios paleogeográficos, dispuestos en mantos de corrimiento apilados: Nevado-Filábride,

Alpujárride, Maláguide y Unidades frontales (Dorsal Bética). En el entorno de la cueva afloran materiales metamórficos del Complejo Alpujárride y sedimentos detríticos (continentales y marinos) postorogénicos (Fig. 3.2).

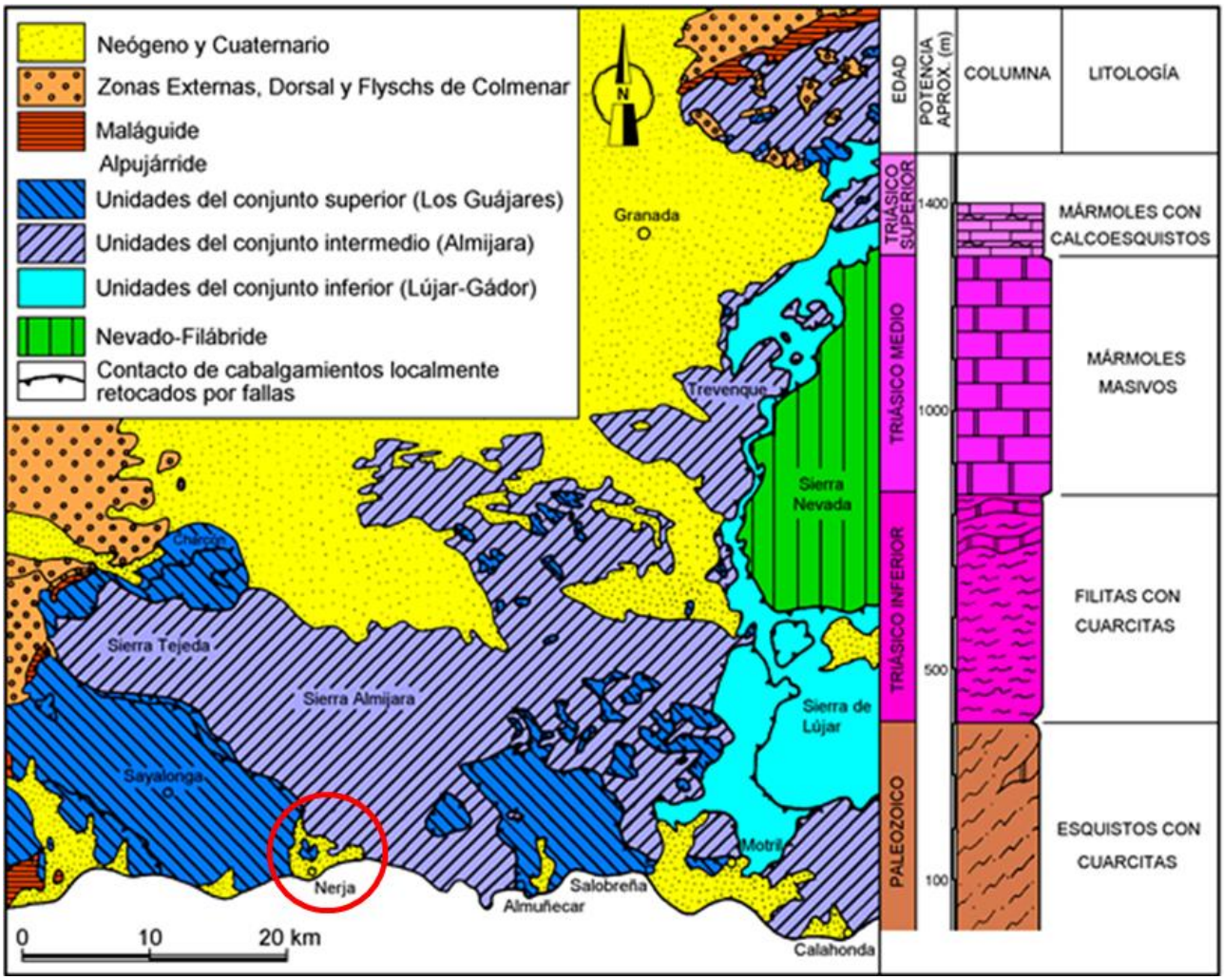


Figura 3.2. Localización geológica de la cueva de Nerja en el sector central del Complejo Alpujárride (tomada de Sanz de Galdeano, 1990) y serie estratigráfica sintética de los materiales alpujárrides.

En la Zona Interna de la cordillera Bética se diferencian cuatro dominios paleogeográficos, dispuestos en mantos de corrimiento apilados: Nevado-Filábride, Alpujárride, Maláguide y Unidades frontales (Dorsal Bética). En el entorno de la cueva afloran materiales metamórficos del Complejo Alpujárride y sedimentos detríticos (continentales y marinos) postorogénicos (Fig. 3.2).

Los materiales alpujárrides (Fig. 3.2) corresponden a dos mantos de corrimiento: Almijara, en posición inferior (donde se ubica la cueva) y Guájares, sobre el anterior (Avidad y García Dueñas, 1980; Elorza y García Dueñas, 1980). Tanto uno como otro presentan una serie estratigráfica sintética formada de muro a techo por: esquistos

oscuros, esquistos claros, mármoles dolomíticos sacaroideos (sobre los que se ha formado la cueva) y mármoles calizos con niveles de calcoesquistos (Sanz de Galdeano, 1986 y 1990 y Andreo *et al*. 1993).

La serie estratigráfica alpujárride (Fig. 3.2) comienza por una secuencia metapelítica, de gran espesor, pueden alcanzar hasta 1000 m, constituida por esquistos oscuros en la base y claros hacia el techo atribuidos al Paleozoico y al Trías inferior, respectivamente. Esta secuencia pasa gradualmente hacia arriba, a través de unos niveles de transición de calcoesquistos, cuarcitas, mármoles y esquistos, a una potente serie marmórea.

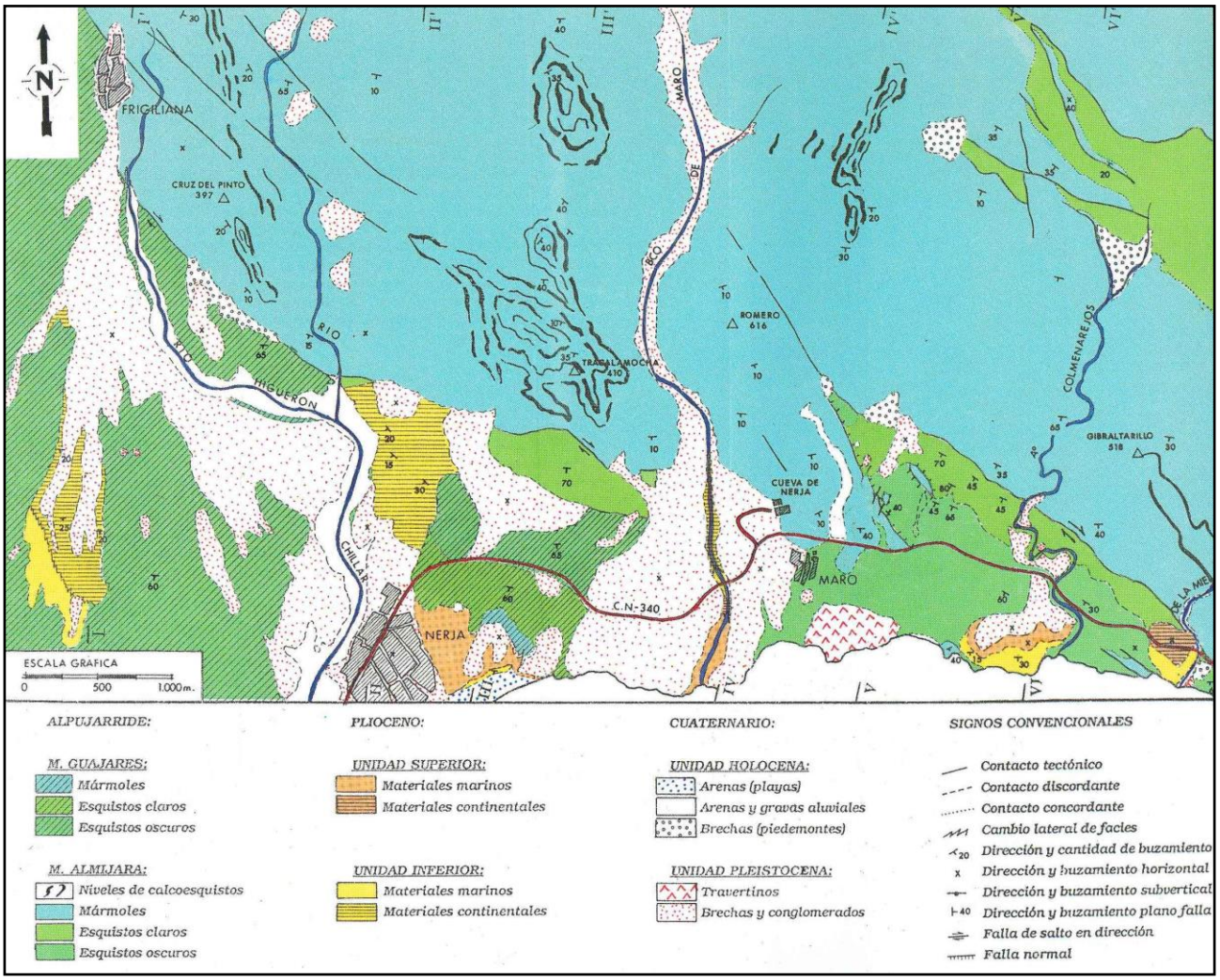


Figura 3.3. Mapa geológico (tomado de Andreo et al., 1993)

Los mármoles de la base del tramo carbonático, en los que se desarrolla la cueva, pueden llegar a tener 400 m de espesor. Son de naturaleza dolomítica, de color blanco o gris, de grano medio a grueso, muy diaclasados. A veces tienen textura sacaroidea, disgregándose con facilidad originando los denominados “arenales”. Fundamentalmente

están constituidos por cristales de dolomita y su edad es Trías medio. Por encima de ellos aparece un nuevo tramo, cuya potencia en esta región varía entre 30 y 100 m, constituido por mármoles, mayoritariamente calizos, con intercalaciones de calcoesquistos, atribuidos al Trías superior.

En los materiales pliocuaternarios se han diferenciado tres unidades litoestratigráficas principales, dos de las cuales pertenecen al Plioceno y la tercera al Pleistoceno (Fourniguet, 1975; Lhénaff, 1981; Andreo *et al.*, 1993; Guerra y Serrano, 1993). La unidad inferior Pliocena, aparece basculada hacia el mar unos 15-20º y está constituida por brechas nutridas de cantos de esquistos o de mármol (según el área fuente) depositadas en ambientes continentales, que pasan, hacia el sur y hacia arriba en la serie, a microconglomerados depositados en medio marino, con abundantes lamelibranquios. Esta unidad inferior, claramente transgresiva, está jalonada por una superficie de discordancia sobre la que se apoya, subhorizontal, la unidad superior Pliocena, formada por microconglomerados con restos de lamelibranquios, similares a los de la unidad inferior, que pasan, lateralmente hacia el norte y hacia arriba en la serie, a brechas y conglomerados depositados en ambientes fluviales.

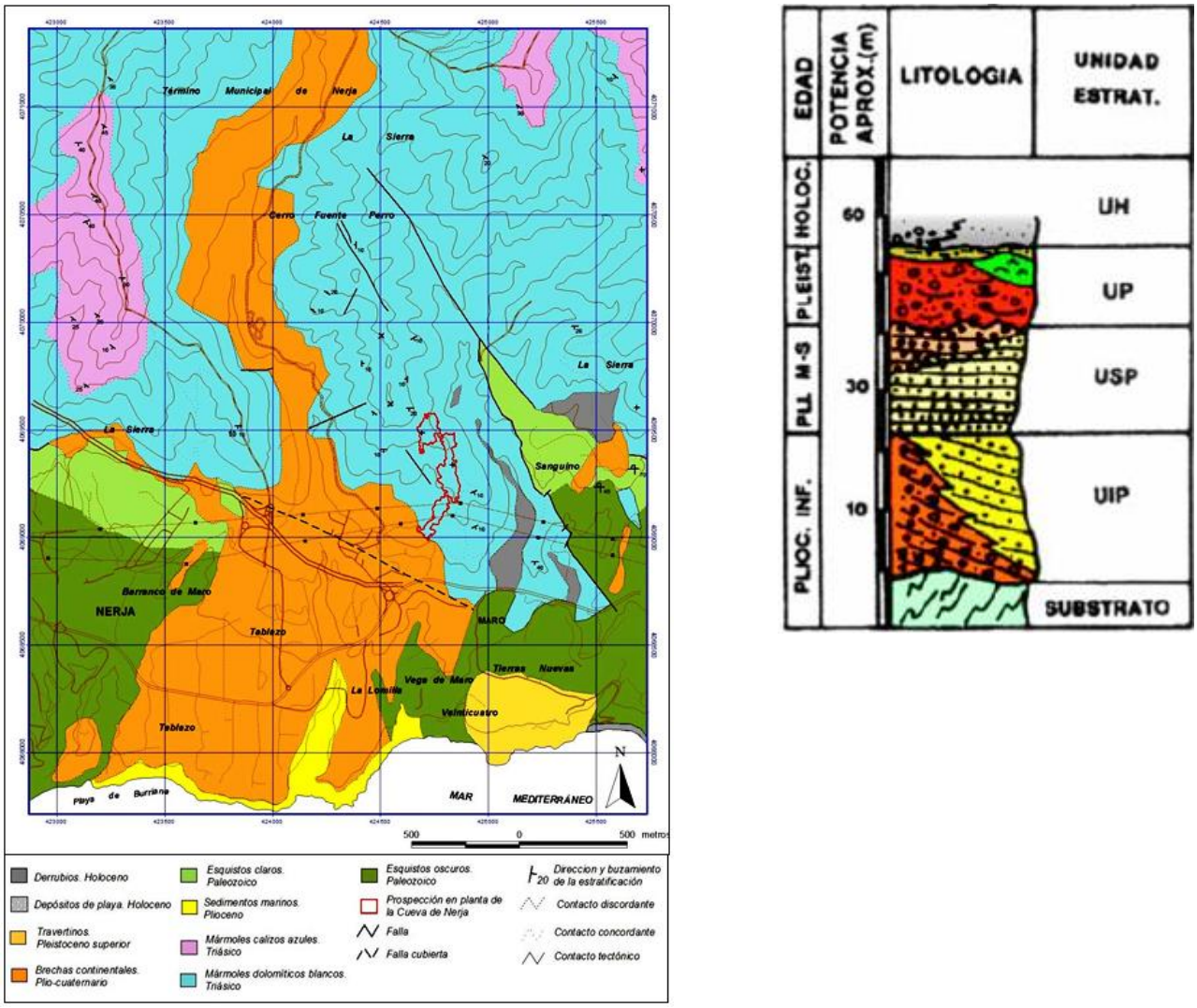


Figura 3.4. Izquierda: Mapa geológico con el contorno de la cueva de Nerja (Fundación Cueva de Nerja). Derecha: Columna estratigráfica del Neógeno-Cuaternario en el entorno de la cueva de Nerja, (tomada de Andreo et al., 1993). UIP: Unidad inferior pliocena; USP: Unidad superior pliocena; UP: Unidad pleistocena; UH: Unidad holocena.

La unidad superior Pliocena muestra una tendencia regresiva manifiesta y termina con una discordancia erosiva sobre la cual se depositó la unidad Pleistocena en abanicos aluviales. Dicha unidad está constituida esencialmente por brechas, alimentadas en su mayor parte por cantos de mármol embebidos en una matriz rojiza muy cementada ("brechas mortadela" de Lhénaff, 1981), y por los travertinos de Maro y de la desembocadura de Arroyo de la Miel. En la parte superior de estas brechas se han realizado dataciones absolutas que indican una edad del tránsito Pleistoceno medio-Pleistoceno superior (Durán *et al*., 1993). A esta edad (Pleistoceno) pertenecen también la mayor parte de los depósitos litoquímicos (espeleotemas) de la cueva de Nerja, aunque también existe una generación holocena (Durán, 1996).

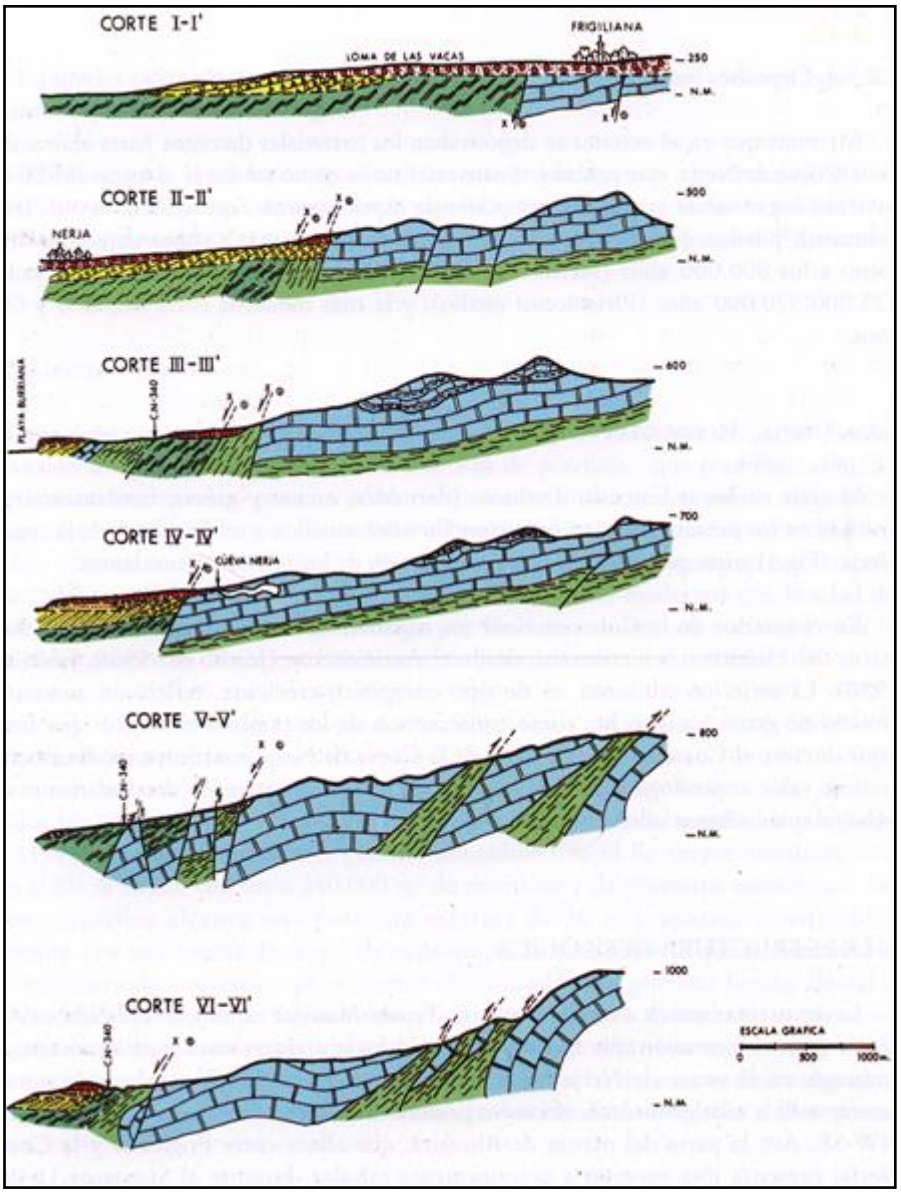


Fig. 3.5. Cortes geológicos (tomados de Andreo *et al.*, 1993). La situación de los cortes se indica en la figura 3.3.

La estructura general del Complejo alpujárride corresponde a un conjunto de unidades superpuestas, plegadas y falladas que originan formas de gran complejidad. No obstante, en el sector de Nerja, el manto de la Almijara presenta una geometría sencilla, casi tabular, buzando unos 20º hacia el sur (Fig. 3.5). Más al este, la estructura se complica por el cabalgamiento de los esquistos sobre los mármoles de su propia serie, que afloran en varias ventanas tectónicas de pequeñas dimensiones, por lo que se produce la duplicidad del manto en dicho sector.

La estructura geológica ha sido afectada por fallas de desgarre y/o normales de dirección WNW-ESE Y NW-SE. Estas fallas (entre ellas la de Frigiliana-Nerja y la falla del

río de la Miel), limitan Sierra Almijara al oeste y al sur, jalonando el contacto entre los esquistos y los mármoles y han provocado movimientos verticales durante el Plioceno.

La fracturación es, en general, uno de los condicionantes para la formación de un relieve kárstico y, en particular ha sido un factor esencial en la formación de la cueva de Nerja. En efecto, las grandes fallas mencionadas han jugado un papel muy importante en la estructuración de la zona (Sanz de Galdeano, 1993). De hecho, la falla Frigiliana-Nerja y, en menor grado, la del E del manantial de Maro limitan los mármoles de la Unidad de Almijara; de aquí su gran importancia en relación al control kárstico del sector de la cueva de Nerja.

Las familias de diaclasas de direcciones NE-SW a NNE-SSW y NW-SE a NNW-SSE han facilitado la tendencia del agua a circular en ese mismo sentido, lo cual ha originado una disolución preferencial en esas direcciones y explica que las diferentes galerías de la Cueva tiendan a orientarse según dichas direcciones.

En los materiales pliocuaternarios también se han dejado notar los efectos de la neotectónica, como lo demuestra el basculamiento de la unidad inferior Pliocena o la existencia de materiales lacustres inclinados en la unidad Pleistocena. La propia acumulación de brechas y conglomerados en los abanicos aluviales del sector costero indica que el borde sur de Sierra Almijara se ha estado levantando hasta el Pleistoceno superior de acuerdo con las dataciones absolutas practicadas (Durán *et al.,* 1993).

3.2. Geomorfología kárstica de la cueva de Nerja

La Cueva de Nerja, una de las cavidades kársticas más singulares de Andalucía, está catalogada como Lugar de Interés Geológico de relevancia internacional y Bien de Interés Cultural con categoría de Zona Arqueológica. A su riqueza patrimonial se une su privilegiada situación geográfica, entre el Parque Natural de las sierras Tejeda, Almijara y Alhama y el Paraje Natural de los acantilados de Maro-Cerro. Por todo ello, es uno de los lugares más visitados de la Costa del Sol y, al mismo tiempo, una importante fuente de riqueza para la comarca en la que se ubica, la Axarquía.

La cavidad, descubierta en el año 1959 y abierta al público un año después, se ubica en la vertiente meridional de Sierra Almijara, a 800 m de distancia de la línea de costa actual. Tiene una superficie de 35.000 m^2 y un volumen aproximado de 300.000 m^3, por lo que constituye una de las mayores cavidades de Andalucía. Su recorrido es de casi 5.000 metros, muchos de ellos laberínticos, ya que la cueva de desarrolla, en rasgos generales, en una distancia lineal de unos 750 m (S.E.M., 1985). Sus salas y galerías siguen una orientación aproximada Norte-Sur, adaptadas a las principales direcciones de fracturación del macizo rocoso en el que se desarrolla. La cavidad es prácticamente horizontal, con un desnivel máximo de 68 m. El nivel piezométrico actual se encuentra 15-20 metros por debajo de la cota más baja de la cueva.

La cueva tiene tres bocas de entrada, dos torcas naturales subcirculares y, próxima a ellas, una entrada habilitada para la visita turística, que forma parte de un gran abrigo natural, parcialmente sellado por sedimentos (Fig. 3.6). A efectos prácticos, el conjunto de la cavidad se divideen dos zonas bien diferenciadas:

(1) Sector habilitado al turismo, denominado Galerías Bajas o Galerías Turísticas, que corresponde al tercio más meridional de la cueva. Las galerías están orientadas en sentido N 35º E, con un eje principal de unos 250 metros de longitud.

(2) Galerías Altas y Galerías Nuevas, que constituyen los dos tercios restantes y sólo reciben las visitas de investigadores. Sus salas y galerías tienen una orientación general Norte-Sur.

Fig. 3.6. Sala de la Torca, Galerías Turísticas. En la parte superior de la imagen se observa una de las entradas naturales de la cavidad. En la parte inferior, relleno de sedimentos detríticos, parcialmente excavado. Foto: Mariano Ibáñez Heredia.

La Cueva de Nerja ha sido objeto de un gran número de investigaciones, pero las publicaciones acerca de sus características geomorfológicas son muy escasas (Durán, 1985, 1996; Jordá, 1992; Arrese, 2009). El rasgo morfológico más señalado en la cavidad es la existencia de importantes volúmenes de depósitos de precipitación química, aunque también se diferencian formas de disolución, depósitos detríticos y formas antrópicas derivadas de las obras de habilitación turística de la cueva (Figs. 2 a 4). Según Arrese (2009), aproximadamente el 45% de la superficie del sector turístico está ocupada por depósitos de precipitación química, el 36 % por sedimentos detríticos y el 19% por elementos antrópicos (Fig. 3). En el sector no habilitado al turismo, los sedimentos detríticos ocupan el 52 % de la superficie, frente al resto de elementos naturales, que ocupan el 48 % de la misma.

a) Depósitos de precipitación química

El rasgo morfológico más señalado en la cavidad es la existencia de importantes volúmenes de espeleotemas de diferentes formas, tamaños y tipologías. Estalactitas, estalagmitas, columnas, banderas, *gours*, piñas, uñas, coladas, escudos, *moonmilk*, aceras de calcita, calcita flotante, perlas de las cavernas, helictitas, anillos, conos de las cavernas, discos, torres de coral o nubes son algunos de los numerosos tipos de espeleotemas presentes en la cavidad (Fig. 3.7).

Fig. 3.7. Espeleotemas de la Cueva de Nerja. De arriba abajo y de izquierda a derecha: conos de las cavernas, antiestalagmita, nubes, gours, perlas de las cavernas y estalagmitas. La última imagen muestra, además, los efectos de un importante movimiento simotectónico, acontecido en la región de Nerja unos 800.000 años antes del presente. Fotos: Mariano Ibáñez Heredia.

Los espeleotemas de la Cueva de Nerja han sido objeto de múltiples estudios de tipo geoquímico (Vadillo *et al*., 1998, 2002), mineralógico (Reyes *et al*., 1993; Casas *et al*., 2001, 2002; Jiménez de Cisneros *et al*., 2003, 2006), isotópico (Reyes *et al*., 1993, Caballero y Cisneros, 1999; Jiménez de Cisneros *et al*., 2003) o biológico (del Rosal, 2016). Actualmente se están llevando a cabos estudios sobre la tasa de crecimiento de espeleotemas mediante tornillo micrométrico, si bien los resultados obtenidos permanecen aún inéditos (I.I.C.N., 2015).

Algunos espeleotemas están formados exclusivamente por calcita o aragonito y, en el caso de algunas muestras de espeleotemas de tipo *moonmilk*, exclusivamente por hidromagnesita, huntitae hidroxiapatito. Otros minerales formadores de espeleotemas son la dolomita y la magnesita en proporciones variables y el cuarzo, en forma de indicios.

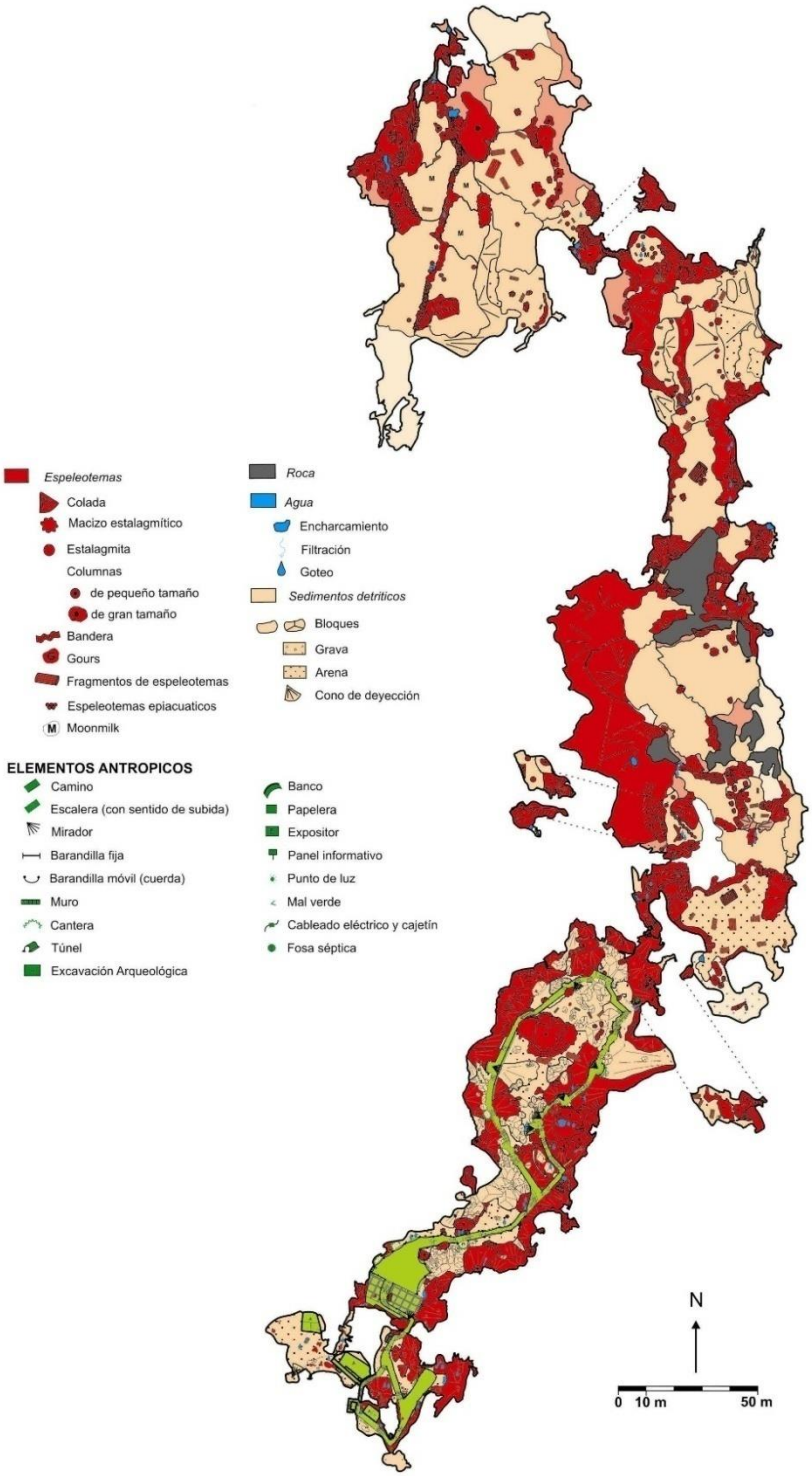


Fig.3.8. Mapa geomorfológico de la Cueva de Nerja (Arrese, 2009).

Las dataciones efectuadas sobre espeleotemas de la cavidad (Henning *et al*., 1983; Durán *et al*., 1993; Durán, 1996) indican seis generaciones o fases de crecimiento, que coinciden con épocas de temperaturas relativamente elevadas y de carácter húmedo. La fase más antigua se sitúa en torno a los 800.000 años B.P. Otras generaciones se sitúan en torno a los 350.000 B.P. (interglacial Mindel-Riss, estadio isotópico 9) y 260.000 B.P. (interestadio cálido dentro de la glaciación Riss, estadio isotópico 7). El cuarto periodo está comprendido entre 180.000 B.P. y 110.000 B.P., con un máximo neto hacia 150.000 B.P. (tránsito entre los estadios 5 y 6). El periodo siguiente se encuentra comprendido entre 100.000 B.P. y 60.000 B.P., con un máximo absoluto hacia 85.000 B.P. (interglaciar Riss-Würm, final del estadio isotópico 5) y, por último, una etapa netamente holocena.

b) Formas de disolución

La karstificación de la cavidad ofrece numerosas formas de disolución. Según Jordá (1992), estas formas corresponden, en la mayoría de los casos, a circulación libre, e incluyen todo tipo de volúmenes acavernados, como galerías, laminadores, tubos verticales y horizontales y cornisas, entre otras. En las salas más externas de la cavidad se observan claras morfologías de disolución (Fig. 3.9) que recuerdan a las generadas en cuevas hipogénicas, así como formas asociadas a la presencia de agua de condensación, posiblemente generadas por el fenómeno de *corrosión por condensación*. Ambos aspectos no son, por el momento, suficientemente conocidos.

Fig. 3.9. Morfologías de disolución en la Cueva de Nerja. Fotos: Mariano Ibáñez Heredia.

c) Depósitos detríticos

En el interior de la cueva existen distintos tipos de sedimentos detríticos. Los más antiguos, fueron descritos por Hoyos (1992) y tienen una edad entre 1,9 y 1,6 m.a. Constituidos por brechas marmóreas con matriz arcillosa roja fuertemente cementada, corresponden a las primeras fases de la karstificación.

Los depósitos detríticos más modernos, descritos por Jordá (1986, 1992), rellenan parcialmente las salas más externas de la cueva -Vestíbulo, Mina y Torca- y constituyen una de las secuencias arqueológicas y paleobiológicas más importantes del Mediterráneo occidental (Fig. 3.6). Las dataciones absolutas realizadas en estos sedimentos han permitido establecer una secuencia litoestratigráfica que abarca desde el Pleistoceno Superior hasta la primera mitad del Holoceno, entre 30.000 y 4.000 B.P. (Jordá-Pardo y Aura, 2006).

Finalmente, se han encontrado en la cavidad sedimentos que representan etapas intermedias en la evolución de la cueva y que son de gran interés por estar frecuentemente laminados, mostrar evidencias de transporte hídrico y estar relacionados, en ocasiones, con concreciones estalagmíticas que han sido datadas (Durán, 1996).

3.3. Geoarqueología de la cueva de Nerja

La Cueva de Nerja es una gran cavidad que conserva potentes depósitos arqueológicos en sus salas externas: salas del Vestíbulo, de la Mina y de la Torca. Los datos utilizados en esta síntesis derivan del proyecto dirigido por el profesor F. Jordá Cerdá entre 1979 y 1987 sobre el Paleolítico y Epipaleolítico de La Cueva de Nerja (Aura *et al*., 2002, 2010). En la selección bibliográfica se han incluido textos relevantes y síntesis recientes.

Estratigrafía y cronología

La secuencia sedimentaria sintética del yacimiento, obtenida a partir de la correlación de las secuencias litoestratigráficas y arqueológicas de la Mina (NM) y el Vestíbulo (NV), se compone de doce etapas de sedimentación y erosión que corresponden a siete unidades litoestratigráficas separadas por cinco discontinuidades estratigráficas (Jordá y Aura, 2009) (Fig. 3.10). Estas unidades litoestratigráficas han sido situadas con precisión en la escala cronoestratigráfica del Pleistoceno superior gracias a la serie de fechas radiocarbónicas calibradas con la curva CalPal 2007 HULU utilizando el software CalPal (versión 2013). De muro a techo, la secuencia cronoestratigráfica es la siguiente (Jordá Pardo y Aura, 2009):

- Etapa Nerja 1 (Unidad 1, niveles NV13, NV12 y NV11): Caracterizada en NV, esta unidad descansa sobre un potente espeleotema y corresponde a una sedimentación detrítica autóctona que tuvo lugar entre 29940 y 28480 cal BP, al final del OIS 3a, en un momento coincidente con la terminación del evento de Heinrich 3 (H3) que abarcaría el GS 5 y el GI 4. Engloba restos industriales del Gravetiense. En su tramo basal (NV13) detectamos coprolitos atribuidos a *Crocuta crocuta spelaea* que indican la ausencia de humanos en la cavidad en los primeros momentos del registro sedimentario (Arribas *et al*. 2004). De manera tentativa, a esta unidad deben corresponder al menos una parte de los niveles basales de NM (NM19, NM18 y NM17).
- Etapa Nerja 2: Hiato estratigráfico detectado en NV estimado en unos 3000 años, generado por un proceso erosivo relacionado con el GI 3 y el inicio del GS 3.
- Etapa Nerja 3 (Unidad 2, niveles NV10, NV9, NV8): Detectados en NV, son depósitos de características frías, pero no rigurosas cuya cronología se extiende entre 25570 y 18810 cal BP. La sedimentación de los dos niveles inferiores (NV10 y NV9) está en relación con el GS 3; entre NV9 y NV8 se reconoce un contacto erosivo y la formación de NV8 también se produjo bajo un clima ligeramente frío y húmedo con tendencia a la aridez hacia el techo. Este hiato *intra* Unidad 2 puede relacionarse con el GI 2, mientras que su tramo superior (NV8) puede serlo con el GS 2c del Último Máximo Glacial (UMG). Los materiales arqueológicos son del Solutrense.

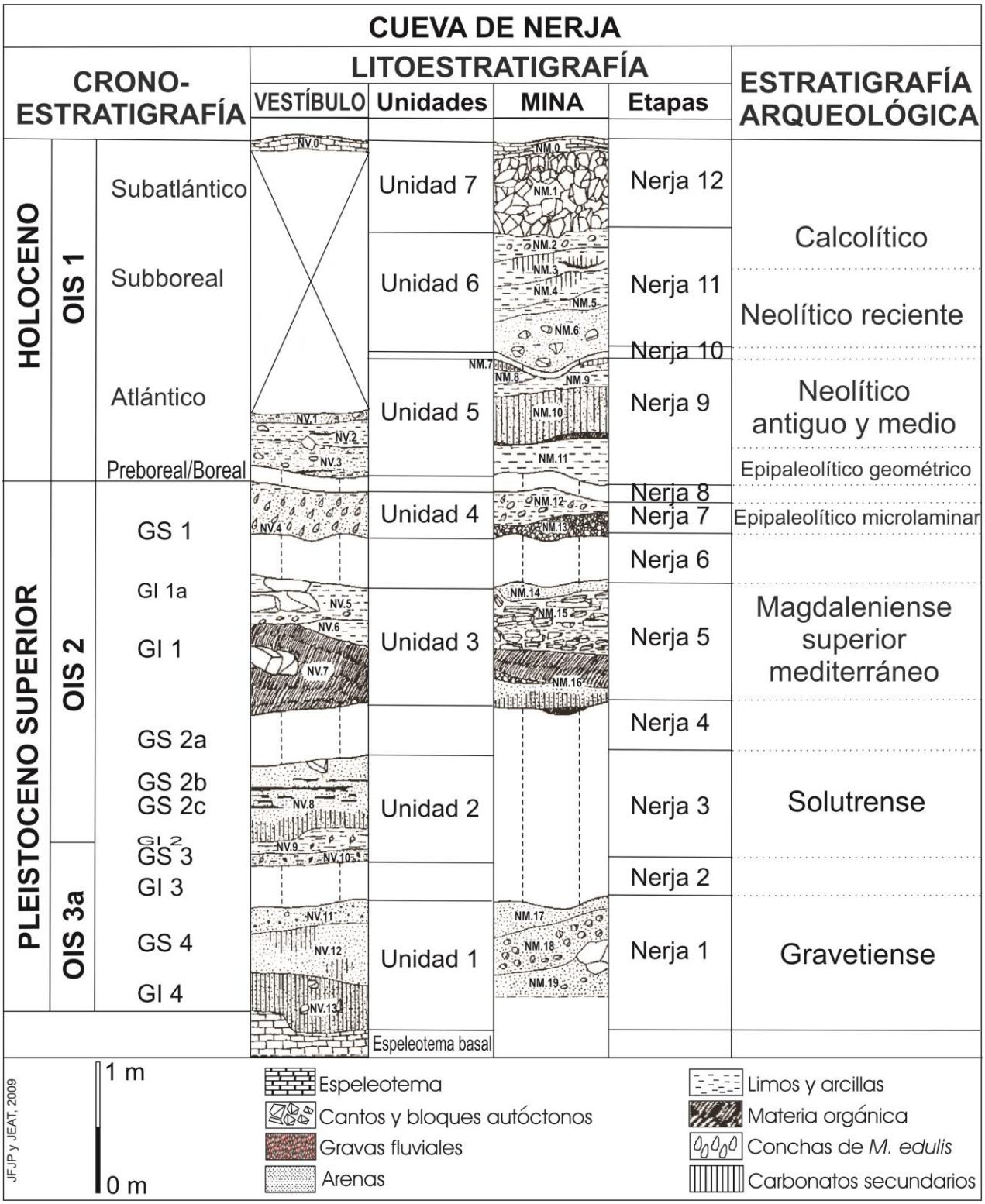


Figura 3.10. Cueva de Nerja. Cronoestratigrafía, litoestratigrafía y estratigrafía arqueológica de las secuencias sedimentarias de las salas del Vestíbulo y de la Mina.

- Etapa Nerja 4: Hiato estratigráfico generado por procesos erosivos unidos a una posible ausencia de sedimentación, que conducen a la inexistencia de un máximo de 4000 años del registro de NV. Corresponde a la pulsación fría del inicio del GS 2a.
- Etapa Nerja 5 (Unidad 3, NV7, NV6 y NV5, NM16, MN15 y NM14): Detectada en NV, NM y NT, está comprendida entre 14820 y 13600 cal BP, esta etapa coincide con el GI 1 o Tardiglacial, de características climáticas templadas. El nivel NM15, que se caracteriza por la gran acumulación de gelifractos, es uno de los momentos más fríos de la secuencia de Nerja y podría correlacionarse con el episodio frío GI 1b o *Intra-Alleröd Cold Period* (IACP). La etapa Nerja 5 finalizaría con la sedimentación del NM14 y NV5, de características templadas, durante el GI 1a. La etapa Nerja 5 presenta una ocupación del Magdaleniense superior mediterráneo con arpones.
- Etapa Nerja 6: Fase erosiva de carácter fluvial que elimina unos 600 años de registro, entre el GI 1a y el GS 1 (Dryas reciente).
- Etapa Nerja 7 (Unidad 4, NV4, NM13 y NM12). Se caracteriza por la gran acumulación de restos de *Mytilus edulis* que configura en NV un conchero antrópico (Jordá *et al*., 2011a). Esta unidad se extiende entre 12950 y 11360 cal BP y coincide con el GS 1 (últimos momentos del Pleistoceno superior) y los primeros años del OIS 1, ya en el inicio del Holoceno. Contiene restos de ocupación del Epimagdaleniense.
- Etapa Nerja 8: Fase erosiva responsable de un hiato estratigráfico que se extiende durante algo menos de 3000 años en el Holoceno inferior.
- Etapa Nerja 9 (Unidad 5, NV3, NV2 y NV1, NM11 a NM7): La base de esta unidad presenta restos poco definidos del Mesolítico geométrico y está situada en la horquilla 8530 y 7920 cal BP, en pleno óptimo térmico del Holoceno medio, en la base de la cronozona Atlántico. La parte media y alta de esta unidad corresponde a niveles que contienen materiales del Neolítico antiguo y medio situados entre 7490 y 6820 cal BP, en la parte media-superior de la cronozona Atlántico.
- Etapa Nerja 10: fase erosiva detectada en NM.
- Etapa Nerja 11 (Unidad 6, NM6 a NM2): Depósitos con materiales del Neolítico reciente que se extienden entre 6910 y 5050 cal BP, en el tramo final de la cronozona Atlántico y comienzo de la Subboreal, dentro del Holoceno medio. A techo de esta unidad se hayan los niveles del Calcolítico, que en la Torca tienen una cronología comprendida entre 4820-3600 cal BP (Subboreal).
- Etapa Nerja 12 (Unidad 7): Brecha y espeleotema desarrollados al final del Subboreal o al inicio del Subatlántico, durante una pulsación templada en el Holoceno superior.

Paleogeografía, paleotemperatura y paleoambiente

El estudio de la evolución paleogeográfica del entorno de La Cueva de Nerja muestra una transgresión progresiva en la que se pueden identificar varios episodios en relación con las ocupaciones humanas de la cueva (Jordá Pardo *et al*., 2011b). Durante el GS 2b (entre 20 y 19 ka cal BP), dentro del UMG, la línea de costa estaba situada a -120 m, lo que generó una franja costera emergida superior en 4,5 km a la línea de costa actual. A partir de este momento comenzó un calentamiento generalizado que condujo a la fusión glaciar y al ascenso del nivel del mar. Así, durante el GS 2a, coincidiendo con el H 1 (entre 16,5 y 16 ka cal BP) la línea de costa estaba a -90 m y a 3,5 km de la costa actual, mientras que en durante el GI 1 y el GS 1 (entre 14 y 12 ka cal BP) el mar estaba a -70 m y a 3 km de la costa actual. El ascenso prosigue hasta estabilizarse a -50 m en el Preboreal y Boreal (entre 11 y 8,5 ka cal BP), con la costa a 1 km de la actual, para ascender de nuevo durante el Atlántico y el Subboreal con el mar a -20 m y la línea de costa a 400 m mar adentro de la posición actual.

En cuanto a la paleotemperatura de las aguas marinas superficiales, la curva de alta resolución de la TSM del sondeo MD95-2043 del Mar de Alborán (Cacho *et al.*, 2001), situado al SE de Nerja permite conocer sus variaciones y relacionarlas con las diferentes etapas de sedimentación registradas en la Cueva de Nerja (Jordá Pardo *et al*., 2011b): Nerja 1, con TSM entre 10º y 14º C (último episodio frío del OIS 3a), Nerja 3, con TSM entre 12º y 13º C (GS 3, GI 2 y GS 2c), Nerja 5, con TSM entre 12º y 14º C (Tardiglacial o GI 1), Nerja 7, con TSM que alcanza un mínimo de 12º C (GI 1 o Dryas reciente), Nerja 9, con TSM entre 18º y 20º C (Atlántico), Nerja 11 con TSM entre 18,5º y 19,5º C (Atlántico y Subboreal) y Nerja 12, con TSM sobre 18º/19º C (Subboreal/Subatlántico).

El estudio antracológico de NV ha permitido proponer la evolución de la paleovegetación del entorno de la cueva (Aura *et al*., 2010). El final del OIS 3 (Nerja 1) se caracteriza por un predominio de restos carbonizados de *Pinus nigra* y *P. pinea*, junto fabáceas leñosas y varios géneros de arbustos como enebros o jaras. La zona de encuentro de las dos especies de pinos se da entre los pisos bioclimáticos mesomediterráneo y supramediterráneo en zonas con temperatura media anual entre 8º y 15º C, asimilable a la existente en Nerja durante el Gravetiense, y con un posible régimen de lluvias de tipo seco, en torno a los 400-600 mm de media anual. Durante el UMG (GS 3 al GS 2), los niveles solutrenses (Nerja 3) ofrecen la misma composición vegetal con una tendencia a la disminución del pino salgareño y al avance de los matorrales de fabáceas y otros arbustos y matas, con el pino piñonero en una proporción similar a la etapa anterior. Con este panorama, la franja litoral de Nerja presentaría unas condiciones de tipo mesomediterráneo, si bien los pinos salgareños situados a cotas más altas otorgarían una nota más fría al paisaje. En el Tardiglacial o GI 1 (Nerja 5) los espectros antracológicos indican cierta mejoría climática, con una disminución del pino salgareño, presencia de

pino carrasco y *Quercus*. Se trata de una vegetación arbustiva y abierta, dominada por las fabáceas leñosas y con el pino piñonero localizado probablemente en la zona litoral. Durante la ocupación epimagdaleniense (Nerja 7), en el Dryas reciente y comienzos del Holoceno, las especies se diversifican, con la aparición de cálidas entre los árboles como *Olea europea* y el lentisco, el madroño, el romero, el boj o el torvisco dentro del grupo de arbustos y matas, mientras que las fabáceas siguen bien representadas, prosigue el declive del pino salgareño y se observa una disminución del pino piñonero. Estas condiciones típicas del piso bioclimático termomediterráneo parecen instalarse en la zona del litoral de Nerja desde el Epimagdaleniense. La mejora climática del Tardiglacial prosiguió en las áreas emergidas durante el GS 1, mientras que las aguas marinas mantienen las condiciones estadiales, permitiendo la entrada de especies frías atlánticas.
El estudio arqueofaunístico aporta también datos paleoclimáticos y paleogeográficos el Pleistoceno final y comienzos del Holoceno (Aura *et al*., 2010). Sus resultados indican que el uro, el caballo y el rebeco son especies marginales, mientras que la cabra montés muestra un crecimiento sostenido a lo largo de la secuencia, solo superada por los altos porcentajes de restos de conejo, de origen antrópico en su gran mayoría. El ciervo tuvo cierta entidad durante el Pleniglacial y el jabalí se documenta a partir del Tardiglacial.
En la base de la secuencia se han identificado coprolitos de *Crocuta crocuta spelaea* vinculados a varios aportes de restos óseos de *Equus* sp., *Bos* sp. y ciervo (Arribas *et al.*, 2004). Los pequeños carnívoros (lince, gato salvaje, zorro y posiblemente lobo) no son abundantes y están repartidos por toda la secuencia.

De la unidad basal procede también el único resto de *Testudo hermanni* identificado en NV, que se añade a los galápagos (*Emys orbicularis* y *Mauremys leprosa*) identificados en NM durante el tránsito Pleistoceno-Holoceno (Morales y Sanchís, 2009).

La primera identificación de mamíferos marinos se registra en la base de la Unidad 2: dos restos de *Phoca vitulina*. Durante el Tardiglacial (Nerja 5 y 7), la foca monje tiene entidad al igual que los delfínidos (Delphinidae y *Delphinus delphi*). En NM se han identificado restos de dos especies de balanos de ballena cuyo huésped fue *Eubalena australis*; su entrada en el Mediterráneo plantea cuestiones de orden paleoclimático (Álvarez *et al.*, 2013).

En cuanto a los invertebrados, aves y peces marinos, Nerja contiene uno de los registros más interesantes del S de Europa (Aura *et al*., 2010): miles de restos de moluscos, peces, equinodermos, crustáceos, cefalópodos y aves marinas. Los datos proporcionados por NV permiten analizar sus tendencias a lo largo del tiempo. Así, en las etapas Nerja 1 y Nerja 3 los moluscos marinos suponen menos de un 20 % del total y los gasterópodos continentales dominan ampliamente en todos los conjuntos, rasgo coincidente con la práctica ausencia de peces, equínidos y aves marinas. El final de Nerja 3 (techo del Solutrense) marca el cambio de estas tendencias, de tal forma que a partir de ese momento dominarán los moluscos marinos junto con una extraordinaria presencia de

peces, tanto en Nerja 5 (Magdaleniense) como en Nerja 7 (Epimagdaleniense). Durante las ocupaciones del UMG se han identificado varias especies de moluscos que indican condiciones frías (*Pecten maximus*, *Nucella lapillus, Littorina obtusata*, etc.). En los niveles tardiglaciales se identifica *Pinguinus impennis*, además de araos y mérgulos. Esta presencia coincide con especies ictiológicas que tienen actualmente una distribución boreal *(Melanogrammus aeglefinus* y *Pollachius pollachius)* (Rodrigo, 1991).

Las ocupaciones humanas

Los cambios en el entorno de la Cueva de Nerja estuvieron estrechamente ligados al impacto de las oscilaciones eustáticas sobre el margen continental. Sus variaciones condicionaron la extensión de las tierras emergidas y el tránsito de la principal vía de comunicación de la fachada mediterránea ibérica: el corredor litoral. Estos cambios paleogeográficos afectaron a las posibilidades de captación de recursos y de obtención de materias primas líticas por parte de los grupos humanos que la habitaron, quedando reflejados en la composición de los equipos y en los conjuntos paleofaunísticos y paleobotánicos (Aura *et al.*, 2010). Así, las variaciones en la densidad de restos, en la tecnología y tipometría de las industrias líticas o en la origen terrestre y marino de los restos bióticos resumen aspectos de la historia del yacimiento, pero también del asentamiento y economía de los grupos de cazadores paleolíticos que habitaron una de las regiones más meridionales de Europa.

Los datos tecnoeconómicos proporcionados por la Cueva de Nerja pueden ser ordenados en tres grandes ciclos, susceptibles de algún detalle interno:

- El primero corresponde a las ocupaciones del Pleniglacial, datadas en NV entre 30-19 ky cal BP y que hemos situado entre los episodios Heinrich 3 (H3) y Heinrich 1 (H1). Su principal rasgo común es una producción laminar cuidada (materias primas seleccionadas y longitud media de 70-50 mm), obtenida a partir de núcleos prismáticos y planos con series unipolares de explotación de su cara más ancha. La presencia de córtex no rodado indica la obtención de la materia prima en posición primaria, a una distancia superior a los 30 km del yacimiento, reconociendo cierta diversidad en los grupos de sílex y constatando que el jaspe y cristal de roca alcanzan ahora sus valores más altos. Sobre esta primera caracterización, los descriptores utilizados en la Fig. 3.11 indican que la densidad de materiales, la fauna y los equipos permiten reconocer dos episodios que se corresponden con las unidades 1 y 2.

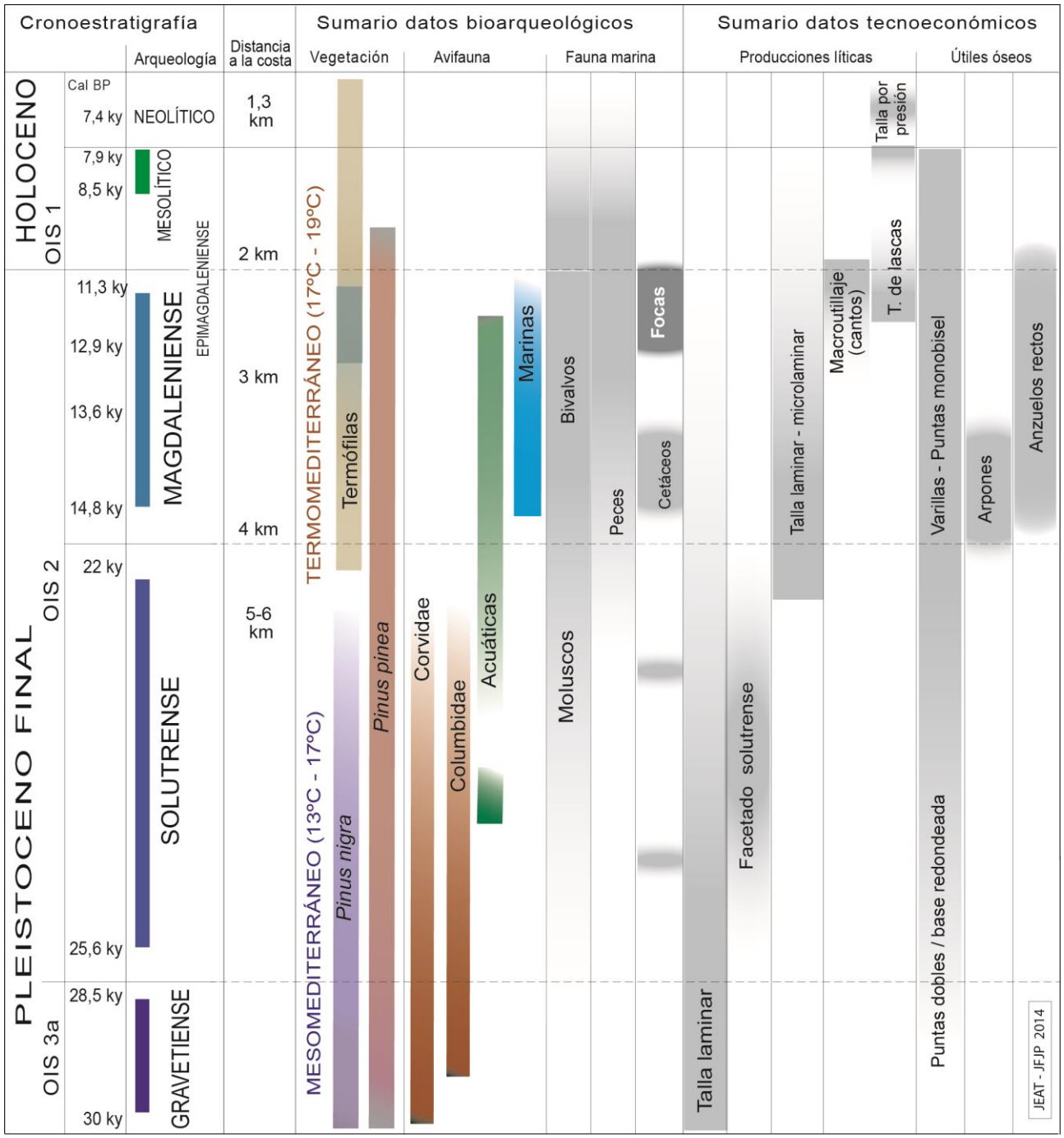


Figura 3.11. Cueva de Nerja. Sumario de datos bioarqueológicos y tecnoeconómicos de las ocupaciones del Paleolítico superior, Epipaleolítico y Mesolítico.

- Las ocupaciones gravetienses (Unidad 1) ofrece la más baja densidad de restos líticos (150-800 por m^3 de sedimentos excavados), registrando básicamente las fases de consumo y abandono (Fig.2. Los proyectiles líticos se limitan a puntas estrechas, de dorso abatido en casos y alguna punta de hueso, con densidades bajas (3 puntas/m^3) entre al adorno se reconocen especies de gasterópodos que tienen una distribución atlántica en la actualidad (cf. *Littorina*). El estudio tafonómico de la fauna identifica una ocupación de carnívoros en el muro de la Unidad 1, pero con presencia de restos de origen antrópico desde NV13. El rasgo más destacado de estos conjuntos es la proporción media de restos de lagomorfos y los mayores valores del ciervo, lo que se ha relacionado con la mayor extensión del margen continental. La fauna marina es puntual, limitada a unos pocos restos de peces y moluscos, en contraste con el gran número de gasterópodos terrestres.

- Las ocupaciones solutrenses (Unidad 2) ofrecen mayores densidades de restos líticos (900-1200 restos/m^3), registrando todas las fases: desde la fabricación al uso y reparación. La producción laminar sigue siendo importante pero, a partir de NV9, la reducción solutrense y el tratamiento térmico muestran un incremento significativo, coincidiendo con la presencia de foliáceos y piezas con retoque plano. En el tramo superior (NV8 y NV8/s) se aprecia el descenso de la producción laminar y el aumento de utillaje microlaminar de dorso, obtenido sobre producciones diferenciadas. El incremento del número de proyectiles rotos y alterados por fuego es considerable, tanto sobre piedra (foliáceos uni y bifaciales) como sobre hueso y asta, básicamente puntas de base masiva-redondeada (4 puntas/m^3). Los elementos de adorno mantienen el dominio de los gasterópodos como soporte mayoritario. Por último, la fauna terrestre muestra un incremento de la cabra montés y de los lagomorfos, constatando una menor diversidad de especies que se ve en parte compensada por la identificación de 4 restos de foca (*Phoca vitulina* y *Monachus monachus*). A techo de la Unidad 2, coincidiendo con el final del LGM se constata un aumento de la fauna marina y de piñones (Badal, 2001). Aunque existe un hiato entre ambos episodios, los rasgos tecnomorfológicos y tipológicos indican una importante continuidad entre el Gravetiense (NV13 - NV11) y el denominado Solutrense A (NV10).

- El segundo de los ciclos corresponde a las ocupaciones del Tardiglacial, datadas entre el final del H1 y el Dryas reciente (15-11,5 ky cal BP). Se trata de las ocupaciones conservadas en las tres salas exteriores de la cavidad (Vestíbulo, Mina y Torca), que ofrecen una mayor densidad de restos líticos (1200-1800 restos/m^3) y una diversidad de recursos explotados (Fig. 3.12). Un elemento común en estas ocupaciones es la fabricación de los equipos líticos a partir de cantos de sílex recogidos en posición secundaria, sobre todo en las playas si nos atenemos a su morfología. El córtex pulido se identifica en el 20 % del material lítico tallado y muchos de estos fragmentos corticales están alterados térmicamente. Junto al sílex se han empleado diversas rocas de grano grueso (caliza, cuarcita, materiales metamórficos) a partir de la recogida de

cantos, sobre los que se configuran útiles macrolíticos. La talla está orientada a la obtención de láminas y laminitas (35-20 mm de longitud media) y las diferentes producciones pueden relacionarse con la calidad del sílex. Las materias primas de mejor calidad se utilizaron en las producciones laminares más regulares, mediante percutor blando, mientras que el percutor duro es mayoritario entre las láminas y laminitas más robustas e irregulares, sobre materias primas de peor calidad. En cuanto a las microlaminitas, son regulares en su mayoría; se reconoce alguna sobre lasca soporte y otras que, por su sección y perfil, pudieron ser extraídas de núcleos-buriles y de raspadores-nucleiformes. Se ha reconocido también una producción de lascas cortas y alargadas, a partir de núcleos que conservan dorso natural, con explotación unipolar y bipolar; un buen número de útiles domésticos magdalenienses (raspadores, piezas retocadas, muescas,..) corresponden a productos de conformación de núcleos laminares. La industria ósea de estas ocupaciones ofrece mayor variabilidad y también densidad (entre 6 y 40 piezas/m^3, según salas y capas). Está dominada por los apuntados, especialmente por las puntas dobles finas y cortas, consideradas como *gorges* o anzuelos rectos. Los 5 arpones y más de la mitad de las agujas proceden de los niveles magdalenienses, mientras que las puntas planas, los cinceles y el resto de las agujas provienen de las ocupaciones epi-magdalenienses. Los restos de fabricación indican que el hueso sirvió de soporte de fabricación de las puntas finas y agujas, mientras que el asta se empleó para las puntas, la mayoría de los arpones y cinceles (Fig. 3.13).

Figura 3.12. Cueva de Nerja. 1-9: industrias líticas solutrenses; 10, 13-14: industrias líticas gravetienses; 11: canino de *Lynx pardina* perforado y roto; 12: carina de cirrípedo (*Pollicipes pollicipes*) con entalladuras de suspensión. (1-9: NV10 – NV8; 10-12: NV13 – NV11).

Los cambios profundos en los equipos están acompañados de una clara reorientación del yacimiento hacía la explotación del medio marino. Además, las diferencias a nivel de especies marinas, que se observan entre salas, introduce elementos de reflexión sobre la duración y estacionalidad de estas ocupaciones. Frente a la diversidad de especies del medio marino, la caza de mamíferos terrestres siguió estando orientada hacia la cabra montés, con el complemento estructural del conejo. Dentro de este segundo ciclo es posible establecer dos episodios que aúnan elementos tanto secuenciales como funcionales:

- El primero corresponde a las ocupaciones del Magdaleniense superior mediterráneo con arpones (15-13,5 ky cal BP: NV7 – NV5 y NM16- NM14). Una producción laminar cuidada, las mayores densidades de industrias líticas y óseas de toda la secuencia, incluyendo 5 fragmentos de arpón son algunos de sus rasgos específicos. Los elementos de adorno siguen estando fabricados sobre malacofauna marina y algún diente perforado, generalizándose *Cyclope neritea*, *C. pellucida* y *Theodoxus fluviatilis*. La fauna marina multiplica ahora su presencia, moluscos, equinodermos, también peces costeros y estuarinos y mamíferos marinos. Durante estas ocupaciones se registran los mayores valores de restos de cetáceos y de balanos de ballena. Su presencia es indicativa del aprovechamiento de animales varados en la playa, cuyo tamaño puede determinar cómo serán aportados a la cavidad: restos craneales y vertebrales en el caso de delfínidos, porciones de piel y carne en el caso de las ballenas.

- El segundo episodio representa una evolución de los sistemas técnicos magdalenienses y está datado entre 13 y 12,5 ky cal BP, coincidiendo con el Dryas reciente. En los equipos líticos destaca el aumento de producciones más expeditivas y la presencia de un conjunto significativo de macroindustria sobre canto: percutores, cantos tallados, adobadores y moletas transmiten el procesado de una amplia variedad de recursos y nuevos ritmos de ocupación del yacimiento (Fig. 3.13). Las industrias óseas se limitan a alguna punta, cinceles y anzuelos rectos, mientras que los adornos están fabricados sobre *Cyclope neritea*, acompañados de *Nucella lapillus* y *Trivia arctica*. La fauna marina incrementa aún más su presencia, llegando a formar uno de los concheros más antiguos del continente (NV4). Junto a los bivalvos, el número de restos de peces y el carácter migratorio de algunas especies marca diferencias con respecto a las ocupaciones magdalenienses. Entre los mamíferos destaca el número de restos de foca monje (Pérez y Raga, 1998), situándose sólo por detrás de la cabra montés y superando ampliamente al ciervo.

Figura 3.13. Cueva de Nerja. 1-2: cantos tallados del conchero; 3-4: industria ósea epimagdaleniense; 5: canto con grabados geométricos; 6-9: industria ósea del Magdaleniense superior. (1, 2, 3: NV4; 4: NM13; 5: NM16; 6-9: NV7 – NV5). En la parte superior derecha: restos de peces marinos del nivel NV4.

- Tras un nuevo hiato, el tercer ciclo corresponde al Holoceno medio y su principal justificación se encuentra en su datación dentro de la cronozona Atlántico, pues corresponde a dos sistemas culturales distintos: Mesolítico reciente y Neolítico. Se trata de ocupaciones con una baja densidad de restos líticos y con un desigual nivel de documentación.

- El Mesolítico no ha podido ser aislado estratigráficamente, pues las intrusiones y fosa neolíticas han afectado seriamante su integridad. No obstante, existen producciones líticas (talla de lascas), morfotipos (trapecios, microburiles y láminas de estilo Montbani) así como dataciones de vida corta que indican presencia humana en la cavidad entre 8,5 y 7,9 ky cal BP, aunque no con la densidad de momentos anteriores (500 - 700 restos líticos/m^3).

- Por ultimo el Neolítico antiguo queda datado entre 6,9 y 5 ky cal BP y ofrece una densidad de restos similar (en torno a 600 restos/m^3). Las dataciones de vida corta indican una separación de varios siglos con respecto al Mesolítico y la aparición súbita de la cerámica, los agriotipos domésticos y nuevos sistemas de producción lítica: la talla laminar por presión asociada al tratamiento térmico de los núcleos. La industria ósea también ofrece nuevos morfotipos (cucharas, tubos, punzones de ovicápridos,) obtenidos mediante fractura. Coincidiendo con este tercer ciclo se generaliza el uso de la *Columbella rustica* como elemento de adorno en ambas orillas del Mediterráneo.

Arte paleolítico y enterramientos

Existen varias referencias sobre enterramientos paleolíticos en la Cueva de Nerja y durante la Prehistoria reciente se utilizó, reiteradamente, como necrópolis. En 1963-64 se recuperaron 4 enterramientos “solutrenses” en la sala del Vestíbulo; sin embargo, una datación directa de un resto perteneciente al individuo 1 o A, indica una edad neolítica. En 1982 se excavó un enterramiento epipaleolítico en la sala de la Torca, identificado como una mujer y en 1984 se recuperaron algunas falanges y metatarsos para los que se propuso una cronología tentativa entre 18 – 12 ky BP, proponiendo que estos enterramientos podrían corresponder a momentos diferentes: Solutrense y Magdaleniense. Aparte de estas descripciones de restos articulados, existen “huesos humanos sueltos” en los niveles paleolíticos-epipaleolíticos, coincidiendo con una tendencia general descrita en el ámbito mediterrráneo desde fines del Tardiglacial.

En los depósitos de las salas de la Mina y del Vestíbulo se han descrito unos pocos objetos de arte mueble — plaquetas y cantos con motivos incisos lineales y una representación naturalista de un ave— , así como restos de ocre y de equipos relacionados con su procesado. Estas evidencias son más numerosas en las ocupaciones solutrenses y epimagdalenienses, con las que se ha relacionado una buena parte del Arte paleolítico de las salas interiores. La publicación reciente del uso de concavidades y valvas de *Pecten* sp. como posibles puntos de iluminación, así como los resultados de la datación directa de algunos carbones indican una correlación estrecha entre las

ocupaciones de las salas externas y el uso de la cavidad profunda durante el Pleniglacial Las salas interiores se conocen como las Galerías Turísticas y Galerias Altas. Se trata de dos espacios gráficos diferenciados topográficamente, pero también por el número de motivos y los temas iconográficos que contienen. En las primeras se concentra buena parte de los signos simples asociados a unas pocas representaciones de animales (équidos, cápridos y cérvidos); su cronología es premagdaleniense con inicios en el Gravetiense. En las segundas, se encuentra una composición monotemática con representaciones de focas. En el resto de unidades topográficas se han descrito también representaciones de animales y motivos lineales, incluyendo una fase de lineal negro, en su mayoría de cronología ya holocena.

Bibliografía citada

Bibliografía específica de la zona

ALMEIDA, F. (1999). Análisis y propuestas de ordenación territorial para la Costa del Sol Oriental: el conflicto entre la agricultura y el turismo. Tesis Doctoral, Universidad de Málaga, 962 p.

ALMEIDA GARCÍA, F.; NAVARRO JURADO, E.; CORTES MACÍAS, R. (2008): "Factores económicos y territoriales de los espacios turísticos: el caso de la Costa del Sol Oriental". En Ivars y Vera (2008): *Espacios turísticos: mercantilización, paisaje e identidad*, Universidad de Alicante, pp. 45-58.

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ, E., CARRIOL, R.-P., JORDÁ, J.F., AURA, J.E., AVEZUELA, B., BADAL, E., CARRIÓN, Y., GARCÍA-GUINEA, J., MAESTRO, A., MORALES, J.V., PEREZ, G., PEREZ-RIPOLL, M., RODRIGO, M.J., SCARFFH, J.E., VILLALBA, M.P. AND WOOD, R. (2013). Occurrence of whale barnacles in Nerja Cave (Málaga, Southern Spain): indirect evidence of whale consumption by humans in the Upper Magdalenian. *Quaternary International*, 25 enero 2013, doi: 10.1016/j.quaint.2013.01.014

ANDREO, B., CARRASCO, F. y SANZ DE GALDEANO, C. (1993). Estudio geológico del entorno de la Cueva de Nerja. En: *Trabajos sobre la Cueva de Nerja, 3*. *Geología de la Cueva de Nerja* (F. Carrasco, Ed.), 25-50

ARRESE, B. (2009). *Geomorfología, evolución geológica y condiciones ambientales actuales de la Cueva de Nerja, Málaga*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, 304 p.

ARRIBAS HERRERA, A., AURA TORTOSA, J.E., CARRIÓN, J.S., JORDÁ PARDO, J.F. Y PÉREZ RIPOLL, M., (2004). Presencia de hiena manchada en los depósitos basales (Pleistoceno superior final) del yacimiento arqueológico de la Cueva de Nerja (Málaga, España). *Revista Española de Paleontología* 19(1), 109-121.

AURA TORTOSA, J. E.; JORDÁ PARDO, J. F.; PÉREZ RIPOLL, M.; RODRIGO GARCÍA, M. J.; BADAL GARCÍA, E. Y GUILLEM CALATAYUD, P. (2002). The Far South: the Pleistocene-Holocene Transition in the Nerja Cave (Andalucía, Spain). *Quaternary International* 93-94, 19-30.

AURA, J.E., JORDÁ PARDO, J.F., PÉREZ RIPOLL, M., BADAL, E., MORALES, J.V., AVEZUELA, B., TIFAGOM, M. Y JARDÓN, P., (2010). Treinta años de investigación sobre el Paleolítico superior de Andalucía: la Cueva de Nerja (Málaga, España), in Mangado, X. (Ed.), *El Paleolítico superior peninsular. Novedades del siglo XXI. Homenaje al Profesor Javier Fortea*. Monografíes, 8. Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques, Universidad de Barcelona, Barcelona, pp. 149-172.

AVIDAD, J. y GARCÍA-DUEÑAS, V. (1980): *Mapa geológico* a *escala 1:50.000*, Hoja nº 1055 (Motril), I.G.M.E., Memoria explicativa 36 p.

BADAL, E. 2001. La recolección de piñas durante la Prehistoria en la Cueva de Nerja (Málaga). En V. Villaverde (dir.), De Neandertales a Cromañones. *El primer poblamiento en tierras valencianas*, pp. 101-104. Universitat de València. València.

BENAVENTE, J. Y ALMÉCIJA, C. (1993). Estudio geomorfológico del entorno de la Cueva de Nerja". En F. CARRASCO CANTOS (Ed.): Geología de la Cueva de Nerja. Trabajos sobre la Cueva de Nerja, 3: 117-158. Patronato de la Cueva de Nerja.

BUENO, M. (1990). Apuntes geomorfológicos en Sierra Almijara, Cordilleras Béticas. Propuestas de morfología Glaciar. Actas I reunión Nacional de Geomorfología. Teruel.

CABALLERO, E. y JIMÉNEZ DE CISNEROS, C. (1999). *Informe sobre el estudio isotópico en una estalagmita (SE-97) procedente de la Cueva de Nerja*. 13 p.

CACHO, I., GRIMALT, J.O., CANALS, M., SBAFFI, L., SHACKLETON, N.J., SCHÖNFELD, J. Y ZAHN, R. (2001). Variability of the western Mediterranean Sea surface temperature during the last 25.000 years and its connection with the Northern Hemisphere climate changes. *Paleoceanography* 16(1), 40-52.

CARRASCO, F. (1999). Características geológicas e hidrogeológicas de la Cueva de Nerja y de su entorno. En: Senciales, J.M. y Ferre, E. (coords). Elementos de los paisajes de la provincia de Málaga, 97-108. Servicio de publicaciones de la Universidad de Málaga.

CASAS, J., MARTÍN DE VIDALES, J.L., DURÁN, J.J., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. y BAREA, J. (2001). Mineralogía de depósitos de tipo moonmilk en la Cueva de Nerja (Málaga, España). *Geogaceta*, 29: 29-32.

CASAS, J., MARTÍN DE VIDALES, J.L., DURÁN, J.J., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. y BAREA, J. (2002). Presencia y mineralogía de depósitos de tipo moonmilk en la Cueva de Nerja (Málaga). En: Carrasco, F., Durán, J.J. y Andreo, B. (Eds.). *Karst and Environment*, 485-489. Patronato de la Cueva de Nerja, Málaga.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (2006): *Plan de Ordenación del Territorio de la Costa del Sol Oriental – Axarquía*. Junta de Andalucía.

DUMAS, B. (1977). Le Levant spagnol. La genèse du relief. Thèse d'Etat. Univ. Paris Sorbonne.

DUMAS, B. (1966). Les mecanismes d'elaboration des glacis d'apres l'exemple du centre du Levant spagnol. C. R. Acad. Sci. Paris, 262: 20-23.

DURÁN, J.J. (1996).*Los sistemas kársticos de la provincia de Málaga y su evolución: Contribución al conocimiento paleoclimático del Cuaternario en el Mediterráneo Occidental*. Tesis Doctoral. Univ. Complutense. 409 p.

DURÁN, J.J. (1996): *Los sistemas kársticos de la provincia de Málaga y su evolución: Contribución al conocimiento paleoclimático del Cuaternario en el Mediterráneo Occidental.* Tesis doctoral. Univ. Complutense. 409 p.

DURÁN, J.J., GRÜN, R. y FORD, D. (1993). Dataciones geocronológicas (métodos ESR y series de Uranio) en la Cueva de Nerja. Implicaciones evolutivas, paleoclimáticas y neotectónicas. En: Carrasco, F. (Ed.). *Geología de la Cueva de Nerja. Trabajos sobre la Cueva de Nerja*, 3: 233-248. Patronato de la Cueva de Nerja, Málaga.

ELORZA, J.J. y GARCÍA-DUEÑAS, V. (1980): *Mapa geológico a escala 1:50.000*, Hoja nº1054 (Vélez-Málaga), I.G.M.E. Memoria explicativa, 59 p.

FERRE, E., CORTÉS, M., RAMOS, J., SENCIALES, J.M., LOZANO-FRANCISCO, M.C., VERA, J. L., AGUILERA, R. y NAVARRETE, I. (2004). El Cuaternario reciente en el sector oriental de la Bahía de Málaga. Rasas y depósitos marinos, continentales y arqueológicos. Cuaternario y Geomorfología, 18 (1-2), 73-93.

FOURNIGUET, J. (1975): *Néotectonique et Quaternaire marin sur le littoral de la Sierra Nevada. Andalousie (Espagne).* Thèse 3er cycle. Université d´Orleans, 234 p.

GUERRA, A. y SERRANO, F. (1993). Análisis estratigráfico de los materiales neógeno-cuaternarios de la región de Nerja. In: *Trabajos sobre la Cueva de Nerja, 3*. *Geología de la Cueva de Nerja* (F. Carrasco Ed.), 55-90.

GUERRA, A. SERRANO, F. y RAMALLO, D. (2004). Geomorphic and sedimentary Plio–Pleistocene evolution of the Nerja area (northern Alboran basin, Spain). *Geomorphology*, nº 60, 89-105.

HENNING, G.J., GRUN, R. y BRUNNACKER, K. (1983). Speleothems, travertines and paleoclimates. *QuaternaryResearch*, 20, 1-29.

HOYOS, M. (1992). *Geomorfología y sistemas kársticos entre Nerja y la playa de la Herradura*. Informe inédito, 66 p.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN CUEVA DE NERJA -I.I.C.N.- (2015). *Medida de la erosión kárstica y del crecimiento de los espeleotemas de la Cueva de Nerja mediante tornillo micrométrico*. En: Memoria Científica del Instituto de Investigación, año 2015. Informe inédito.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, C., CABALLERO, E., VERA, J.A., DURÁN, J.J. y JULIÁ, R. (2003). A record of Pleistoceneclimatefrom a stalactite, Nerja Cave, SouthernSpain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 189: 1-10.

JIMÉNEZ DE CISNEROS, C., CABALLERO, E. y VERA, J.A. (2006). Extracción de inclusiones fluidas en espeleotemas de la Cueva de Nerja. En: *Karst, cambio climático y aguas subterráneas*. Publicaciones del IGME, serie Hidrogeología y aguas subterráneas, 18: 333-337.

JORDÁ PARDO, J.F. (1986). Estratigrafía y sedimentología de la Cueva de Nerja (Salas de la Mina y del Vestíbulo). En: *La Prehistoria en la Cueva de Nerja (Málaga). Trabajos sobre la Cueva de Nerja*, 1, 41-97.

JORDÁ PARDO, J.F. (1988). Los travertinos del extremo oriental de la costa de Málaga". 2º Congr.Geol. Esp. S.G.E. Granada, comunicaciones, 1: 391 394. Sociedad Geológica de España y Universidad de Granada.

JORDÁ PARDO, J.F. (1992). *Neógeno y Cuaternario del extremo oriental de la costa de Málaga*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca, 888 p.

JORDÁ PARDO, J.F. (2004). Análisis geomorfológico y paleogeográfico de la Costa del Sol Oriental en los alrededores de Nerja (Málaga, Sur de España). Zona Arqueológica, 4 (I Geología): 52-71.

JORDÁ PARDO, J.F. y AURA TORTOSA, J.E. (2006). Radiocarbono, cronoestratigrafía y episodios ocupacionales en el Pleistoceno superior y Holoceno de la Cueva de Nerja(Málaga, Andalucía, España). En: José Manuel Maillo y Enrique Baquedano, eds. (2006).*Miscelánea en homenaje a Victoria Cabrera. Zona Arqueol*ógica, 7, vol. I: 578-597.

JORDÁ PARDO, J.F. Y AURA TORTOSA, J.E., (2009). El límite Pleistoceno – Holoceno en el yacimiento arqueológico de la Cueva de Nerja (Málaga, España): nuevas aportaciones cronoestratigráficas y paleoclimáticas. *Geogaceta* 46, 95-98.

JORDÁ, J.F., AVEZUELA, B., AURA, J.E. AND MARTÍN-ESCORZA, C., (2011a). The gastropod fauna of the Epipalaeolithic shell midden in the Vestibulo chamber of Nerja Cave (Málaga, southern Spain). Quaternary International 244 (1), 27-36.

JORDÁ, J. F., MAESTRO, A., AURA, J. E., ÁLVAREZ, E., AVEZUELA, B., BADAL, E., MORALES, J. V., PÉREZ, M. Y VILLALBA, M. P. (2011b). Evolución paleogeográfica, paleoclimática y paleoambiental de la costa meridional de la Península Ibérica durante el Pleistoceno superior. El caso de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España). *Boletin de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 105, pp. 137-147.

JUSTICIA SEGOVIA, A. (1988): *La Axarquía malagueña y la costa oriental. Dos espacios agrarios contrapuestos*, ed. Arguval, Málaga.

LARIO, J., ZAZO, C., SOMOZA, L., GOY, J. L., HOYOS, M., SILVA, P. G. y HERNÁNDEZ-MOLINA, F.J. (1993). Los episodios marinos cuaternarios de la Costa de Málaga (España). Rev. Soc. Geol. España, 6 (3-4), 41-46.

LARRUBIA VARGAS, R. (1999): *Cultivos subtropicales en la costa mediterránea*. Universidad de Málaga.

LHÉNAFF, R. (1981): *Recherches géomorphológiques sur les Cordillères Bétiques Centro-occidentales (Espagne),* Thèse de 3er cycle, Université de Lille, 713 p.

LIÑÁN, C., ANDREO, B. y CARRASCO F. (2000). Caracterización hidrodinámica e hidroquímica del manantial de Maro (Sierra Almijara, provincia de Málaga). *Geogaceta,* 27. 95-98

LIÑÁN, C., PÉREZ, I., ANDREO, B. y CARRASCO, F. (2007). Los acuíferos costeros de Nerja, Cantarriján, Cerro Gordo y Punta de Mona (Málaga-Granada). En: J.C. Rubio, J.A. López-Geta, A. Pulido y G. Ramos (eds), Los acuíferos costeros: retos y soluciones. Los acuíferos costeros de Andalucía Oriental. Publicaciones del IGME, Serie Hidrogeología y aguas subterráneas, nº 23,25-50.

LLOPIS LLADÓ, N. (1970): Fundamentos de Hidrogeología Kárstica. Ed. Blume.

MAYORAL, E. y RODRÍGUEZ-VIDAL, J. (1990). La actividad bioerosiva como indicadora de episodios marinos en depósitos continentales (costa de Málaga). En J. CIVIS Y J.A. FLORES (Eds.): Actas de las IV Jornadas de Paleontología: 247-254. Universidad de Salamanca.

MERIDA RODRÍGUEZ, M. (1997): *El paisaje de la costa oriental de la provincia de Málaga. Tipos y preferencias*. Unicaja-Universidad de Málaga, Málaga.

MERIDA RODRÍGUEZ, M. y LOBÓN MARTÍN, R. (2015): “Problemas de impacto paisajístico de construcciones dispersas y propuestas de medidas de resolución”. En Gómez Jiménez, M. L. (Dir.)(2015): *Estudios de casos y propuestas en el acceso y rehabilitación de la vivienda en Andalucía*. Colegio de Arquitectos de Málaga, Málaga. Pp. 149-168.

MONTOSA MUÑOZ, J. (1997): *Rincón de la Victoria: la población en un municipio metropolitano de Málaga*, Universidad de Málaga, Málaga.

MORALES PEREZ, J.V. Y SANCHIS SERRA, A., (2009). The Quaternary fossil record of the genus *Testudo* in the Iberian Peninsula. Archaeological implications and diachronic distribution in the western Mediterranean. Journal of Archaeological Science 36, 1152–1162.

OCAÑA OCAÑA, C. (1995): *Málaga, población y espacio metropolitano*, Universidad de Málaga, Málaga.

PÉREZ RIPOLL, M. Y RAGA, J. A., (1998). Los mamíferos marinos en la vida y en el arte de la Prehistoria de la cueva de Nerja. En SANCHIDRIÁN, J. L. y SIMÓN, M. D. (eds.): *Las culturas del Pleistoceno superior en Andalucía. Homenaje al profesor F. Jordá Cerdá*, Málaga, Patronato de la cueva de Nerja, pp. 251-275.

REYES, E., CABALLERO, E., DELGADO, A. y JIMÉNEZ DE CISNEROS, C. (1993). Estudio del equilibrio isotópico en los espeleotemas de la Cueva de Nerja (Málaga). V Congreso de Geoquímica de España. Soria.

REYES, E., CABALLERO, P., RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, P., JIMÉNEZ DE CISNEROS, C. y DELGADO, A. (1993). Caracterización isotópica de los procesos de degradación de los materiales carbonatados dela Cueva de Nerja. Estudio Preliminar. En: Carrasco, F. (Ed.). *Geología de la Cueva de Nerja. Trabajos sobre la Cueva de Nerja*, 3, 267-292. Patronato de la Cueva de Nerja, Málaga.

RODRIGO GARCÍA, M.J., (1991). Remains of *Melanogrammus aeglefinus* (Linnaeus, 1758) in the Pleistocene-Holocene Passage of the Cave of Nerja (Málaga, Spain). *Schriften aus der Archäeologist-Zoologishen Arbeistsgruppe Schleswig* 5, 348-351.

RODRÍGUEZ-VIDAL, J. y CÁCERES PURO, L.M. (1993). Rasgos generales del relieve en el sector suroriental de la Sierra Almijara (Málaga). Geogaceta, 14, 49-51.

ROSAL DEL, Y. (2016). *Análisis, impacto y evolución de los biofilms fotosintéticos en espeleotemas. El caso de la Cueva de Nerja*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga, 336 p.

S.E.M. (1985). *La Cueva de Nerja*. Grupo de Exploraciones Subterráneas de la Sociedad Excursionista de Málaga, Málaga, 87 p.

SANZ DE GALDEANO, C. (1986): Structure et stratigraphie du secteur oriental de la Sierra Almijara (Zone Alpujarride, Cordillères Bétiques). *Estudios Geológicos*, 42, 281-289.

SANZ DE GALDEANO, C. (1990): Estructura y estratigrafía de la Sierra de los Guájares y sectores próximos (Conjunto Alpujárride, Cordilleras Béticas). *Estudios Geológicos*, 46, 123-134.

SANZ DE GALDEANO, C. (1993): La fracturación en el entorno de la Cueva de Nerja. En: F. Carrasco (Ed.) *Trabajos sobre la Cueva de Nerja* 3, 95-114.

SANZ DE GALDEANO, C. (2006). Formas de erosión marinas en el sector comprendido entre Maro y Castell de Ferro (costa de Málaga y Granada). Geogaceta, 39, 139-142.

SENCIALES, J.M., y FERRE, E. (1997): Elementos de los paisajes de la provincia de Málaga. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, Málaga.

SERRANO, F. y GUERRA, A. (2004). Geología de la provincia de Málaga. Servicio de publicaciones. Centro de ediciones de la Diputación de Málaga, 294 p.

VADILLO, I., BENAVENTE, J., NEUKUMC, C., GRÜTZNERD, C., CARRASCO, F., AZZAMC, R., LIÑÁN, C. y REICHERTERD, K. (2012). 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, vol. 82, 53-62.

VADILLO, J.M., ALISES, A., PALANCO, S., GARCÍA-AGUILERA, P. Y LASERNA, J.L. (2002).Geochemical aplications of laser microanálisis in karstic caves. En: *Karst and environment*, 243-249. Carrasco, Durán y Andreo (Eds.). Actas del II Simposio de Geología Cueva de Nerja (Málaga).

VADILLO, J.M., VADILLO, I, CARRASCO, F. Y LASERNA, J.L. (1998).Spatial distribution profiles of magnesium and strontiumin spelethems using laser-induced breakdown spectrometry. *Fresenius J. Anal. Chem*. 361: 119-123.

YUS RAMOS, R. (2010): *Urbanismo difuso en suelo rústico*, GENA-Ecologistas en Acción, Málaga.

ZAZO CARDEÑA, C. (1980). El Cuaternario marino continental y el límite Plio-Pleistoceno en el litoral de Cádiz. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

Bibliografía general de la cordillera Bética

Acosta-Vigil, A., D. Rubatto, O. Bartoli, B. Cesare; S. Meli, A. Pedrera, A. Azor, L. Tajcmanova, 2014. Age of anatexis in thecrustal footwall of the Ronda peridotites, S Spain. *Lithos*, 210-211, 147-167.

Allen, J. R. L., 1982. *Sedimentary structures, their character and physical basis*. Elsevier. 594 pp.

Azema, J., Foucault, A., Fourcade, E., García Hernández, M., Gonzálezdonoso, J.M., Linares, A., Linares, D., López Garrido, A.C., Rivas, P. Y Vera, J.A., 1979. Las microfacies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. Publ. Universidad de Granada: 83 pp.

Balanyá, J.C., Crespo-Blanc, A., Díaz-Azpiroz, M., Expósito, I., Luján, M., 2007. Structural trend line pattern and strain partitioning around the Gibraltar Arc accretionary wedge: insights as to the mode of orogenic arc building. Tectonics 26, 1–19. http://dx.doi.org/10.1029/2005TC001932.

Balanyá, J.C., García-Dueñas, V., Azañón, J.M., Sánchez-Gómez, M., 1997. Alternating contractional and extensional events in the Alpujarridenappes of the Alboran Domain (Betics, Gibraltar Arc). Tectonics 16 (2), 226–238.

Barcos, L., Balanyá, J.C., Díaz-Azpiroz, M., Expósito, I., Jiménez-Bonilla, A. 2015. Kinematics of the Torcal Shear Zone: Transpressional tectonics in a salient-recess transition at the northern Gibraltar Arc. Tectonophysics 663, 62–77.

Behr, W.M., Platt, J.P., 2012. Kinematic and thermal evolution during two-stage exhumation of a Mediterranean subduction complex. Tectonics 31 (TC4025).

Burillo Panivino, F.J. 1998. El karst del Torcal de Antequera. Karst en Andalucía. En:*Karst en Andalucía*, J. J. Durán y J. López Martínez (Eds.). Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, pp. 153-164.

Carrasco, F., 1986. Contribución alconocimiento de la Cuenca alta del río Guadalhorce: El medio físico. Hidrogeoquímica. Tesis doctoral. Universidad de Granada (España). 435 pp.

De Jong, K., 1991. Tectono-metamorphic studies and radiometric dating in theBetic Cordilleras (SE Spain) with implications for the dynamics of extension and compression in western Mediterranean area. Ph.D. Thesis, Vrije Univ., Amsterdam, 204 pp.

Decreto 226/2001, de 2 de octubre, por el que se declaran determinados monumentos naturales de Andalucía. (BOJA nº 135/2001, de 22 de noviembre)

Delgado, F., Estévez, A., Martín, J.M. Y Martin Algarra, A., 1981. Observaciones sobre la estratigrafía de la formación carbonatada de los mantos alpujárrides (Cordilleras béticas). Estudios Geológicos, 37: 45-57.

Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Ricou, L.E., Zazmin, V.G., Le Pichon, X., Knipper, A.L., Grandjacquet, C., Shotshickov, I.M., Geyssant, J., Lepvrier, C., Perchersky, D.H., Boulin, J., Sibuet, J.C., Savostin, L.A., Sorokthin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lauer, J.P., Bijou Duval, B., 1986. Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the PamirssincetheLias. Tectonophysics 123, 265–283.

Díaz-Azpiroz, M., Barcos, L., Balanyá, J.C., Fernández, C., Expósito, I., Czeck, D.M., 2014. Applying a general triclinic transpression model to highly partitioned brittle-ductile shear zones: a case study from the Torcal de Antequera massif, ExternalBetics, southern Spain. J. Struct. Geol. 68, 316–336.

Durand-Delga, M., Rossi, P., Olivier, P., Puglisi, D., 2000. Situation structural et nature ophiolitique des roches basiques jurassiques associées aux flyschs maghrébins du Rif (Maroc) et de Sicile (Italie). C. R. Acad. Sci., Ser. II 331, 29–38.

Fernández Manjón, J.M., Fernández Manjón, D. 2014. *Las palabras y el contexto. El habla de las Loras de Burgos y su entorno*. Vision Libros, Madrid, 274 pp.

Flinch, J. F., A. W. Bally, and S. Wu (1996), Emplacement of a passive margin evaporitic allochthon in the Betic Cordillera of Spain, Geology, 24(1), 67–70.

García Hernández, M., López Garrido, A.C., Rivas, P. Sanz De Galdeano, C. Y Vera, J.A., 1980. Mesozoic paleogeographic evolution of the External Zones of the Betic Cordillera. Geologie en Mijnbouw, 59: 155-168.

Gómez-Pugnaire MT, Rubatto D, Fernández-Soler JM, Jabaloy A, López-Sánchez-Vizcaíno V, et al. 2012. Late Variscan magmatism in the Nevado-Filábride Complex: U-Pb geochronologic evidence for the pre-Mesozoic nature of the deepest Betic complex (SE Spain). Lithos 146–147:93–111

Guerrera, F., Martín-Algarra, A., Martín-Martín, M. (2012). Tectono-sedimentary evolution of the 'Numidian Formation' and Lateral Facies (southern branch of the western Tethys): constraints for central-western Mediterranean geodynamics. Terra Nova, 24, 34-4.

Gutiérrez Mas, J.M., Martin-Algarra, A., Navarrete Salvador, A. (1982). *Itinerarios geológicos por la provincia de Cádiz*. Serv. Publ. Univ. de Cádiz, 202 pp.

Gutiérrez-Mas, J.M., Gracia Prieto, J., Luján Martínez, M. y Sánchez Bellón, Á. (2016). *Geología del Campo de Gibraltar*. Geologuía, Geolodía Cádiz 2016, 22 pp.

Hsü, K. J., Ryan, W. B. F. Y Cita, M. B., 1973. Late Miocene desiccation of the Mediterranean. Nature, 242, 240-244.

Jolivet, L., Faccenna, C., 2000. Mediterranean extension and the Africa–Eurasia collision. Tectonics 19, 1095–1109.

Krijgsman, W., Hilgen, F.J., Raffi, I., Sierro, F.J., Wilson, D.S., 1999. Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis. Nature 400, 652–655.

Lonergan, L., 1993. Timing and kinematics of deformation in the Malaguide Complex, Internal Zone of the Betic Cordillera, S. Spain. Tectonics, 12:460-475

López Martínez, J. y Durán Valsero, J.J.,1999. El Desfiladero de los Gaitanes. En:Patrimonio Geológico de Andalucía, 286-289 p.

López Sánchez-Vizcaíno, V., Rubatto, D., Gómez-Pugnaire, M.T., Trommsdorff, V., Müntener, O., 2001.Middle Miocene high-pressure metamorphism and fast exhumation of the Nevado–Filábride Complex, SE Spain. Terra Nova 13, 327–332.

López-Garrido, A.C. and Sanz de Galdeano, C., 1999. Neogene sedimentation and tectonic-eustatic control of the Málaga Basin, South Spain. J. Petrol. Geol., 22, 81-96.

Luján, M., Crespo-Blanc, A., Balanyá, J.C., 2006. The Flysch Trough thrust imbricate (Betic Cordillera): a key element of the Gibraltar Arc orogenic wedge. Tectonics 25 (6), TC6001.

Martín, J.M., Braga, J.C., Betzler, C., 2001. The Messinian Guadalhorce corridor: the last northern, Atlantic–Mediterranean gateway. Terra Nova 13 (6), 418–424.

Martín-Algarra, A., 1987. Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética. (PhD Thesis), Universidad de Granada (1171 pp.).

Martin-Algarra, A., 1987. Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética. Tesis doctoral. Universidad de Granada (España). 1171pp.

Martín-Algarra, A., Vera, J.A., 2004. La Cordillera Bética y las Baleares en el contexto del Mediterráneo occidental. In: Vera, J.A. (Ed.), Geología de España. Soc. Geol. de España, Madrid, pp. 352–354

Martín-Algarra, A.; Mazzoli, S.; Perrone, V.; Rodríguez- Cañero, R.; and Navas-Parejo, P. 2009. Variscantectonics in the Malaguide Complex (Betic Cordillera, southern Spain): stratigraphic and structural Alpine versus pre-Alpine constraints from the Ardales area (Province of Malaga). II. Structure. J. Geol. 117, p. 263–284

Ortí, F., 1974. El Keuper del Levante español. Estud. Geol. 30, 7–46.

Orueta, D., 1917. Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda. Mem. Inst. Geol. Min. España, 32: 576 pp.

Pedrera, A., Marín-Lechado, C., Martos-Rosillo, S., Roldán, F.J., 2012. Curved fold-and thrust accretion during the extrusion of a synorogenic viscous allochthonous sheet: the Estepa Range (External Zones, Western Betic Cordillera, Spain). Tectonics 31, TC4013. http://dx.doi.org/10.1029/2012TC003119.

Pérez-López, A., Pérez-Varela, F., 2007. Palaeogeography, facies and nomenclature of the Triassic units in the different domains of the Betic Cordillera (S Spain). Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 254, 606–626.

Platt JP, Anczkiewicz R, Soto JI, Kelley SP, Thirlwall M. 2006. Early Miocene continental subduction and rapid exhumation in the western Mediterranean. Geology 34:981–84

Platt, J.P., Behr,W.M., Johanesen, K.,Williams, J.R., 2013. TheBetic–Rif arc and its orogenic hinterland: a review. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 41, 14.1–14.45. http://dx.doi.org/ 10.1146/annurev-earth-050212-123951.Ruiz-Constán et al., 2010

Pulido, A., García, A., Gisbert, J., Vallejos,Á. y Durán, J.J., (2007): Sierra del Valle de Abdalajís (M.A.S. 060.036). En: Diputación de Málaga-IGME-UMA, Atlas Hidrogeológico de la provincia de Málaga, Vol II: 101-106.

Ruiz-Constán, A., Galindo-Zaldívar, J., Pedrera, A., Célérier, B., Marín-Lechado, C., 2011. Stress distribution at the transition from subduction to continental collision (northwestern and central Betic Cordillera). Geochem. Geophys. Geosyst. 12, Q12002, http://dx.doi.org/10.1029/2011GC003824.

Salazar, A. 2013. Geomorfología del entorno de El Soplao. In: Rosales, I. (Ed.) *Avances en la investigación geológica de la cueva El Soplao y su entorno*. IGME, Madrid. 29-51.

Sanz de Galdeano, C. y López Garrido, A.C., 2013. Tectónica de las sierras penibéticas de Abdalajis y de Huma(provincia de Málaga, España). Su relación con el contacto con la Zona Interna. Estudios Geológicos. doi:10.3989/egeol41033.230.

Serrano, F., 1998. La Cordillera Bética en la provincia de Málaga. In: Itinerarios por espacios naturales de la provincia de Málaga. Una aproximación al conocimiento de su Geología y su botánica. Rebollo, M., Serrano, F., Nieto, J.M. y Cabezudo, B. (Eds). Studia Malacitana, Servicio de Publicaciones Univ. de Málaga, 75-111.

Sopeña, A., Sánchez-Moya, Y., 2004. Las cuencas continentales del fin de la Orogenia Varisca. In: Vera, A. (Ed.), Geología de España. Sociedad Geológica de España. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 479–481.

Stenson, R.E., Ford, D.C. (1993). Rillenkarren on gypsum in Nova Scotia. *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 47, n° 2, p. 239-243,

Suades, E., Crespo-Blanc, A., 2013. Gravitational dismantling of the Miocene mountain front of the Gibraltar Arc system deduced from the analysis of an olistostromic complex (western Betics). Geol. Acta 11, 215–229.

Vera, J., Martín-Algarra, A., 2004. Cordilleras Béticas y Baleares Divisiones mayores y nomenclatura. In: Vera, A. (Ed.), Geología de España. Sociedad Geológica de España. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 348–350.

Veress, M. 2007.*Karst Environments - Karren Formation in High Mountains*.Springer, Dordrecht-Heidelberg-London-New York, 230 pp.

White BW., 1988. *Geomorphology and hydrology of Karst terrains*. Oxford University Press, Oxford, p 464