



UNIVERSITAT^{DE}
BARCELONA

**La caracterización y el aprovisionamiento
de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña:
las materias primas silíceas del Paleolítico Superior
Final y el Epipaleolítico**

Xavier Mangado Llach



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution 4.0. Spain License.**

T.D. 744

0 726 46760

**DEPARTAMENTO DE PREHISTORIA HISTORIA
ANTIGUA Y ARQUEOLOGÍA**

UNIVERSIDAD DE BARCELONA.

PROGRAMA DE DOCTORADO

**SOCIOECONOMÍA DE LA PREHISTORIA A LA BAJA ROMANIDAD
BIENIO 1999-2000.**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE DOCTOR EN PREHISTORIA, HISTORIA
ANTIGUA Y ARQUEOLOGÍA**

**LA CARACTERIZACIÓN Y EL
APROVISIONAMIENTO DE LOS RECURSOS
ABIÓTICOS EN LA PREHISTORIA DE CATALUÑA:
LAS MATERIAS PRIMAS SILÍCEAS DEL
PALEOLÍTICO SUPERIOR FINAL Y EL
EPIPALEOLÍTICO.**

DOCTORANDO: JAVIER MANGADO LLACH.

DIRECTORES DE TESIS: DR. JOSÉ MARIA FULLOLA PERICOT.

DRA. LAURA ROSELL ORTIZ.



EXCLÒS DE PRÉSTEC

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0701139637

**A Carlos, amigo a quien nunca
olvidaré.**

**A Eva, Rosa, Gloria y Anna, amigas
de verdad.**

**A Lourdes, mi alma gemela y
confidente.**

**A Montse, amiga que recordaré
para el resto de mi vida.**

A John, mi verdadero amor.

L'étranger

Qui aimes-tu mieux, homme

énigmatique, dis?

ton père, ta mère, ta soeur ou ton frère?

.- Je n'ai ni père, ni mère, ni soeur, ni frère.

Tes amis?

.-Vous vous servez là d'une parole dont le sens m'est resté jusqu'à ce jour inconnu.

Ta patrie?

.-J'ignore sous quelle latitude elle est située.

La beauté?

.-Je l'aimerais volontiers, déesse et immortelle.

L'or?

.-Je le hais comme vous haïssez Dieu.

Eh! qu'aimes-tu donc, extraordinaire étranger?

.-J'aime les nuages...les nuages qui passent... là-bas...les merveilleux nuages.

Charles Baudelaire (1821-1867).

ÍNDICE.

Agradecimientos.....	1-4.
0.- Justificación de la tesis.....	5.
0.1.- Interés del estudio de materias primas en prehistoria.....	5-11.
0.2.- Factores limitadores de nuestro trabajo.....	12-16.

CAPÍTULO 1

1.- El sílex. terminología y origen.....	17.
1.1.- Terminología de las rocas sedimentarias silíceas.....	17.
1.1.1.- Introducción: Sílex y <i>Chert</i>	17.
1.1.1.1.- Sílex.....	17-18.
1.1.1.2.- <i>Chert</i>	18-19.
1.1.2.- Denominaciones derivadas del tipo de afloramiento.....	19.
1.1.3.- Denominaciones derivadas del ambiente de formación.....	19-20.
1.1.4.- Denominaciones derivadas del contenido de organismos silíceos.....	20.
1.1.5.- Denominaciones derivadas del contenido de impurezas.....	20-21.
1.1.6.- Denominaciones derivadas de la composición mineralógica.....	21.
1.1.7.- Conclusión.....	21.
1.2.- El origen del sílex.....	22.
1.2.0.- Introducción. Litofacies del sílex.....	22-23.
1.2.1.- Historia de las investigaciones.....	23.
1.2.1.1.- Antes de 1945.....	23-24.
1.2.1.1.1.- Las teorías singenéticas.....	24.
1.2.1.1.2.- Las teorías penecontemporáneas.....	24-25.
1.2.1.1.3.- Las teorías epigenéticas.....	25.
1.2.1.2.- Entre 1945 y 1970.....	25.
1.2.1.3.- A partir de 1970.....	25-26.
1.2.1.4.- Conclusión.....	26.
1.2.2.- Solubilidad, solución y precipitación de la sílice.....	26.
1.2.2.1.- La solubilidad de la sílice.....	26-28.
1.2.2.2.- La sílice en solución.....	28.
1.2.2.3.- La precipitación de la sílice.....	28-29.
1.2.3.- Los procesos diagenéticos.....	29.
1.2.3.1.- Definición de diagénesis y fases diagenéticas.....	29-30.
1.2.3.2.- La diagénesis de las rocas silíceas.....	30-31.

1.2.3.2.1.- La cementación.....	31.
1.2.3.2.2.- El envejecimiento o maduración.....	31-32.
1.2.3.3.- Diagénesis silíceas en medios marinos de enterramiento profundo.....	33-35.
1.2.3.4.- Diagénesis silíceas en medios continentales.....	35-36.
1.2.3.5.- Indicadores de procesos diagenéticos.....	36-40.

CAPÍTULO 2

2.- Metodología de estudio.....	41.
2.0.- Introducción.....	41-43.
2.1.- La caracterización macroscópica.....	44.
2.1.0.- Introducción.....	44.
2.1.1.- Los principales caracteres macroscópicos.....	44-46.
2.1.1.0.- La forma global.....	46.
2.1.1.1.- La parte periférica o córtex.....	46-48.
2.1.1.2.- El color.....	48-49.
2.1.1.3.- Las estructuras sedimentarias.....	49-50.
2.1.1.4.- Los fósiles o componentes esqueléticos.....	50-54.
2.1.1.5.- La mineralogía.....	54-55.
2.1.2.- Valoración de la técnica macroscópica.....	55-56.
2.1.3.- La ficha de inventario macroscópico.....	56-58.
2.2.- La prospección de campo.....	58-60.
2.2.1.- La ficha de registro de la prospección.....	60-63.
2.3.- La caracterización microscópica. La petrografía.....	64.
2.3.0.- Introducción.....	64-66.
2.3.1.- El microscopio polarizante.....	66.
2.3.1.1.- La lámina delgada.....	67.
2.3.1.2.- Modalidades de observación.....	68.
2.3.1.2.1.- Observación con luz ortoscópica.....	68-69.
2.3.1.2.2.- Observación con luz conosópica.....	69-70.
2.3.2.- La petrografía del sílex.....	71.
2.3.2.1.- Principales texturas microscópicas.....	71-72.
2.3.2.1.1.- El cuarzo α o sílice cristalina.....	72-82.
2.3.2.1.2.- El ópalo o sílice opalina.....	82-87.
2.3.3.- La micropaleontología del sílex.....	87.
2.3.3.1.- El estudio micropaleontológico sobre lámina delgada. Introducción.....	87-88.

2.3.3.1.1.- Los microfósiles: una introducción.....	88-90.
2.3.3.1.2.-Historiografía: el estudio del contenido micropaleontológico del sílex.....	90-95.
2.3.3.2.- El estudio micropaleontológico de fósiles de pared orgánica.....	95-96.
2.3.3.2.1.- Técnicas de procesado palinológico del sílex y el <i>chert</i>	96-98.
2.3.3.3.- Los microfósiles de pared orgánica.....	99-104.
2.3.4.- Aportación de la petrografía y la micropaleontología a la caracterización de los materiales líticos arqueológicos.....	105.
2.3.4.1.- Problemas de los estudios petrográficos, de micropaleontología y de palinofacies sobre rocas sedimentarias silíceas.....	105-108.
2.3.4.2.- Aportaciones de la petrografía, la micropaleontología y la caracterización de palinofacies al estudio de materiales arqueológicos.....	108-109.
2.3.5.- La ficha de caracterización microscópica.....	109-111.
2.4.- Técnicas de caracterización física y química.....	112.
2.4.1.- Introducción.....	112.
2.4.2.- Las técnicas físicas de caracterización.....	112-113.
2.4.2.1.- Determinación de la densidad.....	113-115.
2.4.2.2.- La difracción de rayos X.....	115.
2.4.2.3.- El índice de cristalinidad.....	116-117.
2.4.2.4.- La porosimetría de mercurio.....	117.
2.4.3. – Las técnicas químicas de caracterización.....	117-121.
2.4.3.1.- Técnicas químicas de caracterización basadas en la luz.....	121.
2.4.3.1.1.- Espectroscopia por emisión óptica.....	121.
2.4.3.1.2.- Espectroscopia por absorción atómica.....	121- 122.
2.4.3.2.- Técnicas que implican absorción o emisión de rayos X.....	122.
2.4.3.2.1.- Fluorescencia de rayos X o espectrometría por XRF.....	122-123.
2.4.3.3.- Técnicas que implican la activación neutrónica.....	123.
2.4.3.3.1.- Espectroscopía por emisión de plasma.....	123-124.
2.4.3.4.- Caracterización isotópica del sílex.....	124.
2.4.3.4.1.- ¿Qué es un isótopo?.....	124.
2.4.3.4.2.- Importancia del medio acuoso.....	124-125.
2.4.3.4.3.- La composición isotópica.....	125.
CAPÍTULO 3.	
3.- La cova del Parco.....	127.

3.0.- Introducción.....	127.
3.1.- Situación.....	127-128.
3.2.- Marco litológico y geomorfológico.....	128.
3.3.- El yacimiento arqueológico de la cova del Parco.....	129.
3.3.1.- Introducción.....	129-130.
3.3.2.-Dataciones absolutas y secuencia cronocultural.....	131.
3.3.3.- El nivel II de cova del Parco. El precedente de nuestra investigación sobre la caracterización de materias primas.....	131-132.
3.3.3.1.- Los afloramientos. Problemas generales.....	132-134.
3.3.3.2.-La caracterización de los afloramientos.....	134.
3.3.3.2.1.- La orografía.....	134-135.
3.3.3.2.2.- Los medios técnicos.....	135-136.
3.3.3.2.3.- Las necesidades de materia prima.....	137-142.
3.3.3.3.- La prospección de afloramientos en la cova del Parco.....	142.
3.3.3.3.1.- La fase de documentación bibliográfica.....	142-143.
3.3.3.3.2.- Las prospecciones y sus resultados.....	144-163.
3.3.3.4.- Características macroscópicas de los materiales silíceos del nivel II de cova del Parco.....	164.
3.3.3.4.1.- Introducción.....	164-165.
3.3.3.4.2.- Justificación del conjunto estudiado.....	166.
3.3.3.4.3.- Caracterización macroscópica de los tipos de sílex del nivel II de cova del Parco.....	166-178.
3.3.3.4.4.- Caracterización macroscópica del conjunto de piezas retocadas del nivel II de cova del Parco.....	179-184.
3.3.3.4.5.- Resultados de los análisis petrográficos sobre lámina del gada del nivel II de Cova del Parco.....	185-202.
3.3.3.4.6.- Aproximación micropaleontológica a los materiales de CDF.....	202-203.
3.3.4.- Los niveles epipaleolíticos de cova del Parco.....	203.
3.3.4.1.- Introducción.....	203-204.
3.3.4.2.- Medioambiente, flora y fauna.....	204-206.
3.3.4.3.- Niveles de ocupación epipaleolíticos. Dataciones.....	206.
3.3.4.3.1.- El horizonte geométrico.....	206.
3.3.4.3.2.- El horizonte microlaminar.....	207.
3.3.4.3.4.- Consideraciones sobre las dataciones.....	207-208.

3.3.5.- Características generales de la industria lítica del horizonte cultural geométrico.....	208.
3.3.5.1.- Introducción.....	208-213.
3.3.5.2.- Caracterización macroscópica de la industria lítica del horizonte geométrico de Cova del Parco.....	213.
3.3.5.2.1.- El conjunto estudiado macroscópicamente.....	213-216.
3.3.5.2.2.- Los nuevos materiales silíceos documentados en el horizonte cultural geométrico de cova del Parco.....	216-218.
3.3.5.2.3.- Caracterización microscópica de la industria lítica del horizonte cultural epipaleolítico geométrico de cova del Parco.....	218-226.
3.3.6.- Características generales de la industria lítica del horizonte cultural microlaminar.....	227.
3.3.6.1.- Introducción.....	227-228.
3.3.6.2.- Caracterización macroscópica del horizonte cultural microlaminar de cova del Parco.....	228-235.
3.4.- Conclusiones de los análisis de materias primas de los niveles epipaleolíticos de la cova del Parco.....	235-237.

CAPÍTULO 4

4.- La Balma del Gai.....	239.
4.0.- Introducción.....	239.
4.1.- Situación.....	239-240.
4.2.- Marco litológico y geomorfológico.....	240-241.
4.3.- El yacimiento arqueológico de la Balma del Gai.....	241.
4.3.1.- Introducción.....	241.
4.3.2.- La intervención Guilaine- Llongueras y sus resultados.....	241.
4.3.2.1.- Estratigrafía.....	242.
4.3.2.2.- Medioambiente, fauna y flora.....	242-243.
4.3.2.3.- La industria lítica.....	243.
4.3.2.4.- Las dataciones radiométricas.....	243.
4.3.3.- La revisión del SERP (G ^a - Argüelles, Nadal y Estrada).....	244.
4.3.3.1.- Introducción.....	244.
4.3.3.2.- La fauna.....	244.
4.3.3.3.- La industria lítica.....	244-245.
4.3.4.- La intervención del SERP.....	245.

4.3.4.1.- Medioambiente: sedimentación, fauna y flora.....	245.
4.3.4.1.1.- El depósito sedimentario.....	245-246.
4.3.4.1.2.- La fauna.....	246-247.
4.3.4.1.3.- Análisis de fitolitos.....	247.
4.3.4.1.4.- Dataciones radiométricas.....	247-249.
4.3.4.2.- Características generales de la industria lítica del nivel I de la Balma del Gai.....	249.
4.3.4.2.1.- Microlitismo.....	250.
4.3.4.2.2.- Constatación de todo el proceso de talla en el yacimiento.....	250-255.
4.3.5.- La prospección de afloramientos en la Balma del Gai.....	255.
4.3.5.1.- Introducción.....	255.
4.3.5.2.- El desarrollo de las prospecciones.....	255-256.
4.3.5.2.1.- La documentación cartográfica. La estratigrafía geológica.....	256-258.
4.3.5.2.2.- 1ª campaña de prospección (1996).....	258-262.
4.3.5.2.3.- 2ª campaña de prospección (1988).....	262-270.
4.3.5.2.4.- Creación de un proyecto de prospección en la comarca del Vallès oriental.....	270-273.
4.3.5.2.5.- Conclusión de las prospecciones.....	273-274.
4.3.5.2.6.- La localización de otras materias primas.....	274-276.
4.3.6.- Características macroscópicas de los materiales silíceos del nivel I de Balma del Gai.....	276.
4.3.6.1.- Introducción.....	276-287.
4.3.7. Características microscópicas de los materiales silíceos del nivel I de Balma del Gai.....	287.
4.3.7.1.- El conjunto estudiado petrográficamente.....	287-288.
4.3.7.2.- Caracteres microscópicos del sílex “terciario”.....	289-293.
4.3.7.3.- Caracteres microscópicos del sílex Muschelkalk inferior.....	293-298.
4.3.7.4.- Caracteres microscópicos de las muestras arqueológicas.....	298-299.
4.3.7.4.1- Caracteres microscópicos de los tipos Top, SB y Gr. Arena.....	299-302.
4.3.7.4.2- Caracteres microscópicos del tipo “azoico”.....	302-303.
4.3.7.4.3- Caracteres microscópicos del tipo oolítico.....	303-305.
4.3.7.4.4- Caracteres microscópicos del tipo ROG.....	305-308.
4.3.7.4.4- Aproximación micropaleontológica a los materiales de Can Rovira del Brull.....	309.

4.3.8.- Conclusiones del análisis microscópico desarrollado sobre los materiales epipaleolíticos de la Balma del Gai.....	310-312.
---	----------

CAPÍTULO 5.

5.- Cardina.I.....	313.
5.0.- Introducción.....	313.
5.1.- Situación.....	313-314.
5.2.- Marco Litológico y Geomorfológico.....	314-315.
5.3.- Historia de las investigaciones.....	315-316.
5.3.1.- Secuencia cronocultural y dataciones absolutas.....	316-317.
5.3.2.- Características generales de las industrias líticas de la cuenca baja del Còa.....	317-318.
5.4.- Análisis de materias primas.....	318.
5.4.1.- Introducción.....	319.
5.4.2.- Las prospecciones de afloramientos.....	319.
5.4.2.1.- Introducción.....	319-320.
5.4.2.2.- Prospecciones y afloramientos de otras materias primas.....	320-321.
5.4.2.3.- Aproximación macroscópica a los materiales arqueológicos.....	321-322.
5.4.2.4.- Prospecciones y afloramientos de sílex.....	323.
5.4.2.5.- Resultados de las prospecciones y caracterización macroscópica y microscópica de los materiales.....	324.
5.4.2.5.1.- La primera área prospectada. Afloramientos portugueses.....	324-348.
5.4.2.5.2.- La segunda área prospectada. La cuenca del Tajo.....	349-360.
5.4.3.- Conclusiones a partir del análisis microscópico desarrollado sobre los materiales sedimentarios silicios de Cardina I.....	361-362.

CAPÍTULO 6

6.- Discusión y conclusiones.....	363.
6.1.- El recurso a la petrografía.....	363-364.
6.2.- El aprovisionamiento de recursos abióticos.....	364.
6.2.1.- Medio natural, territorio y paisaje.....	364.
6.2.1.1.- Concepto de territorio.....	364-366.
6.2.2.- Mecanismos de aprovisionamiento y sistemas de explotación de los recursos abióticos.....	366-368.
6.3.- El comportamiento económico de los grupos cazadores-recolectores: factores explicativos.....	368-369.

6.3.1.- El comportamiento económico de los grupos cazadores-recolectores: el panorama etnográfico.....	369-370.
6.3.2.- El comportamiento económico de los grupos cazadores-recolectores. El intercambio de materias primas. Los yacimientos de la cuenca baja del Côa.....	371-373.
6.4.- El comportamiento económico de los grupos cazadores-recolectores. El aprovisionamiento directo de materias primas. La Balma del Gai y la Cova del Parco.....	373-379.
6.5.- Caracterización y aprovisionamiento de materias primas abióticas en el Epipaleolítico del noreste de la Península Ibérica.....	380-381.
6.5.1.- Estrategias de organización durante el Magdaleninse en el noreste peninsular.....	382-383.
6.5.2.- Estrategias de organización tecnológica durante el Epipaleolítico.....	383-396.
BIBLIOGRAFÍA.....	397-425.

AGRADECIMIENTOS.

Como reza el refrán “es de bien nacido, el ser agradecido”. Cuando me planteé la redacción de esta tesis doctoral mi intención primera fue el llevar a cabo un desarrollo lo suficientemente ágil y ligero como para evitar el bostezo del lector. A pesar de mi intención no puedo asegurar que en algún que otro momento cierto viso de aburrimento se deslice entre las páginas de esta obra. Por este motivo quiero empezar este trabajo agradeciendo a todo aquel que lo lea su valor y tenacidad ante un discurso que se puede mostrar de ardua lectura.

Mi más sincera gratitud quiero expresarla a mis directores de tesis doctoral; sin ellos no estaríamos hoy ante este compendio de horas de trabajo, de esfuerzo, horas de lecturas a veces interminables, y horas de desesperación, ante la labor a desarrollar. Mi agradecimiento más sincero al Dr. Josep Maria Fullola Pericot, catedrático de Prehistoria del Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Barcelona, por creer en este trabajo tanto como en mi persona. Por creer en mis capacidades y posibilidades de llevarlo a cabo dignamente y dirigirme con tenacidad y paciencia hasta este resultado. Formar parte de su equipo de investigación me honra personal y profesionalmente, sin su guía ni su apoyo, y especialmente su comprensión en los momentos más difíciles, seguramente no estaría hoy aquí. Tras tantos años de conocernos y de trabajar por un proyecto común debo agradecerle tanto, que tal vez las palabras parezcan demasiado vanas y vacías de sentido como para expresar mis sentimientos.

La misma gratitud, llena de admiración, cariño y respeto quiero expresar para con la Dra. Laura Rosell, profesora titular del Departamento de Petrología, Geoquímica y Prospección Geológica de la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona, codirectora de esta tesis doctoral. Su constante preocupación y ayuda en mi proceso de formación en el campo de las ciencias geológicas espero que queden plenamente recompensados con este trabajo. Su cariñosa acogida desde el inicio de mis estudios, así como su constante interés, tanto profesional como personal, por los avances de mi investigación me hacen sentir realmente orgulloso de haber podido contar con su inigualable maestría, tanto científica como humana.

Me consta, por la experiencia acumulada tras algunos años de compartir inquietudes, experiencias, esperanzas, sueños y miedos, que este trabajo que presentamos hoy ante este tribunal no hubiera sido, ni mucho menos, el mismo sin la colaboración y ayuda inestimable de un importante grupo de personas. Por este motivo quiero expresar una verdadera admiración por todos aquellos profesores y profesoras, compañeros y compañeras que me han ayudado con sus charlas, sus preguntas, sus aportaciones bibliográficas, su interés bien intencionado, tanto para conmigo como para con mi trabajo, en este sentido debo agradecerles que mi obra sea en parte también suya.

Por ello mi más sincero reconocimiento a la Dra. Pilar García-Argüelles por ofrecerme la posibilidad de estudiar los materiales líticos de la Balma del Gai, y por haber apadrinado mi primera incursión en el campo de la excavación arqueológica durante la campaña del abrigo del Filador en 1991. Sé que nunca me perdonará mi “transfugismo” hacia el yacimiento de la Cova del Parco; sin embargo, espero que se sienta tan orgullosa de mi y de mi trabajo, como yo lo estoy de haber dado mis primeros pasos en este camino junto a ella y a su experiencia.

También quiero expresar en este apartado la mayor de mis gratitudes con la Dra. Maria Àngels Petit i Mendizàbal, tanto por su maestría en lo profesional como en lo humano. Por confiar en mi capacidad de trabajo y por haber compartido conmigo su saber durante las excavaciones de los niveles epipaleolíticos de la Cova del Parco. Espero no defraudar su confianza, pues las largas horas de charlas y contrastación de puntos de vista sobre cuestiones relacionadas con los funcionamientos de las sociedades pretéritas, pienso que se reflejan en buena parte de este trabajo. Espero que sepa perdonar, muy especialmente, los párrafos en que la sistemática descripción de las muestras, no deje traslucir la mano de quienes confeccionaron aquellos útiles prehistóricos, útiles a los que siempre recurrimos para hilvanar una historia, que en el fondo no pretende otra cosa que hablarnos de la interpretación histórica, de la cotidianidad de nuestros antepasados.

Me siento absolutamente agradecido y en deuda con el Dr. Thierry Aubry, responsable científico del *Parque Arqueológico do Vale do Côa* en Portugal, por haberme confiado la caracterización petrográfica de las materias primas sedimentarias silíceas del yacimiento de Cardina I. Me siento muy honrado de poder contar tanto con su sabiduría como con su amistad, labrada desde hace años, cuando la casualidad nos llevó a coincidir en la excavación de Fressignes. Nuestros encuentros sucesivos y nuestras comunes inquietudes por el saber relacionado con el funcionamiento de los grupos paleolíticos, me

hace considerarle un maestro y al mismo tiempo un amigo . “Nao foi as tóas” que su capacidad de trabajo es para mi un verdadero modelo a imitar.

Este trabajo tampoco sería el mismo, si no hubiese podido contar con la formación suplementaria a la que pude acceder gracias al disfrute de una beca FPI, del Ministerio de Educación y Cultura, que me fue otorgada para el periodo 1997-2000. Junto con la beca pude acceder a estancias formativas en el extranjero que me permitieron tanto conocer “mundo” como obtener distintas visiones sobre el proceder científico. El Dr. Fullola siempre me aconsejó no ver el mundo desde el quicio de la puerta, y por este motivo desearía expresar mi agradecimiento a las distintas instituciones que me acogieron en mis sucesivas salidas a la búsqueda de conocimiento. En primer lugar, al Laboratorio de Prehistoria de la Universidad de Toulouse-Le-Mirail y a su director el Dr. Michel Barbaza. Al Parque Arqueológico del Valle del Côa y a su director Dr. Fernando Maia Pinto. Y finalmente, y de manera muy sentida, al Centro de Palinología de la Universidad de Sheffield y al investigador responsable de mi formación el Dr. Ken J. Dorning. A quien quiero especialmente agradecer su interés por mi formación y su cálida acogida a pesar del frío reinante durante mi estancia, y a las dificultades tanto burocráticas como idiomáticas que tuvo que afrontar durante mis primeros días en tierras británicas; me gustaría pensar que la puerta que abrimos en aquella ocasión, sobre la caracterización de los sílex de los yacimientos estudiados a través de técnicas palinológicas, no se cierre y podamos emprender un camino conjunto de colaboración entre nuestras instituciones.

Posteriormente me fue concedida una ayuda, que quiero también agradecer, de la Universidad de Barcelona para la colaboración en proyectos de investigación para estudiantes de tercer ciclo, que me ha permitido concluir este trabajo.

Mis compañeros de fatigas han sido pieza clave para la realización de este trabajo, especialmente en los momentos de flaqueza y duda, su interés constante y su apoyo incondicional me han levantado el ánimo cuando más lo necesitaba. Su tesón para con mi trabajo y mi persona merece que les agradezca muy sinceramente su colaboración. Para ello debo considerar como fundamental el apoyo recibido de mis compañeros del *Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques* de la Universidad de Barcelona, de hecho mi segunda casa, cuando no la primera. Así deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Jordi Nadal por su interés en lo referente a las prospecciones desarrolladas en la Balma

del Gai, así como por las innumerables conversaciones sobre la interpretación de datos relativos a la caracterización de materias primas. Al Sr. Raül Bartrolí y al Dr. Manuel Calvo por permitirme tanto trabajar con ellos, como contrastar la naturaleza de nuestros distintos tipos de análisis, así como por su amistad de la que me siento muy orgulloso. A la Dra. M. Mercè Bergadà por tener siempre a punto una palabra amable y un interés sincero para conmigo y mi trabajo. A Gloria Donoso, por haber estado siempre dispuesta a ayudarme en las prospecciones de Cova del Parco. A Eva Orri, por su apoyo incondicional ante todas mis crisis existenciales. A la Dra. Rosa M^a Albert, por su constante interés y consejo, y a José Manuel Espejo, sencillamente por ser como es, y por todos los momentos de angustias y preocupaciones compartidas, así como por preocuparse porque la parte gráfica de este trabajo no desmerezca excesivamente el conjunto. También mi agradecimiento a Mireia Pedro, Xavi Esteve, Jesús Barco y Oriol Font por preocuparse por el desarrollo del mismo y ayudarme. Y a Olivier Weller, por intentar instruirme en el mal arte de hacer que la informática haga lo que yo quiera y no lo que a ella le de la gana, aunque he de confesar que no fui un alumno demasiado aplicado.

Finalmente y para no hacer de estos agradecimientos otra tesis sobre las relaciones personales generadas por el desarrollo de la ciencia, deseo en primer lugar expresar mi gratitud para con los miembros del tribunal que han aceptado no sólo leer sino también valorar este trabajo. Acepto plenamente, y como único responsable, cualquier error que pueda atribuirse a este trabajo. En segundo lugar y como conclusión, quiero expresar mi gratitud más sincera hacia mi familia, aunque ni se lo imaginen.

LAUS DEO

0.- OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DOCTORAL.

0.1.- INTERÉS DEL ESTUDIO DE MATERIAS PRIMAS EN PREHISTORIA.

El interés por el origen de las materias primas minerales documentadas en los yacimientos prehistóricos es tan antiguo como la propia disciplina arqueológica, como ya evidenciaron los primeros trabajos a finales del siglo XIX (Bleicher, 1891 en Masson, 1981).

Sin embargo, las primeras décadas de estudios consagrados a las caracterizaciones de dichos materiales dejaron mucho que desear, ya que no se generó ningún corpus metodológico propio de lo que podemos considerar como arqueopetrología, es decir, no se asentó ningún tipo de protocolo científico que definiera una metodología de trabajo adecuada para que los arqueólogos pudiéramos enfrentarnos al estudio de caracterización y localización de dichos materiales de origen mineral. Y ello, a pesar del hecho de que trabajar sobre la caracterización y circulación de materias primas es un medio privilegiado para abordar aspectos fundamentales de la economía de los grupos prehistóricos.

Las primeras tesis que podemos definir como arqueopetroológicas no verán la luz hasta las décadas de los años 20 y 30 del siglo XX, momento en que se desarrollaron en Alemania, los primeros trabajos de caracterización de materiales pétreos silíceos recuperados en yacimientos arqueológicos, con una metodología científica centrada en el estudio de caracterización petrográfica de los restos (Keller, 1920; Deecke, 1933 en Masson, 1981).

Fue también durante esta década cuando aparecieron los primeros artículos sobre la aplicación de otra metodología al estudio científico del sílex, se trataba del análisis micropaleontológico de los microfósiles planctónicos conservados en sílex marinos (Deflandre, 1936).

No fue hasta la década de 1950 y 1960, tras el inmovilismo generado por la contienda mundial de 1939-1945, que se asentaron definitivamente la petrografía y la micropaleontología como métodos fundamentales para la caracterización de materiales sedimentarios silíceos arqueológicos (Valensi, 1955a, 1957). Del mismo modo, se asumió definitivamente el valor de la creación de las litotecas regionales de referencia, entre las cuales la de la Cuenca de Aquitania merece una mención especial, por ser de las primeras en crearse. Finalmente, la década de los años 70, supondrá el despegue generalizado de las aplicaciones de otras técnicas analíticas más complejas, relacionadas con las caracterizaciones físicas y químicas de los materiales silíceos, como se refleja en numerosos trabajos presentados en los distintos *International Flint Symposium* celebrados en Burdeos (Séronie-Vivien y Lenoir -eds- 1990), Madrid (Ramos-Millán y Bustillo -eds- 1997), Varsovia (Schild y Sulgostowska -eds- 1997) y Bochum (e.p).

La sistematización de los análisis arqueopetroológicos asentada definitivamente a partir del reconocimiento del valor de los estudios petrográfico, micropaleontológico, físico-químico, y de la creación y consolidación de las litotecas de referencia, provocó un crecimiento constante de obras centradas en la caracterización y circulación de las distintas materias primas minerales.

En relación a la Península Ibérica, como han puesto de evidencia algunos trabajos anteriores (Terradas, 1998; Mangado y Bartrolí, 2000), es difícil hacer una valoración global del estado actual de los estudios llevados a cabo sobre los tipos de áreas de captación, sus mecanismos de explotación y su caracterización, en relación a las comunidades cazadoras recolectoras. Los principales elementos que dificultan dicha aproximación son de índole diversa, entre los que cabe mencionarse la relativa escasez de trabajos especializados sobre el tema, la disparidad de la escala espacial y temporal analizada y la diversidad de los datos disponibles (Terradas, 1998).

El inicio de este tipo de estudios en nuestro país -según X. Terradas (1998)- se debe a la publicación en Francia de la tesis de P.Y. Demars en 1982, y a la controversia que generó, en especial con trabajos de otros autores como A. Masson. Para contextualizar

dichos inicios debemos tener en cuenta que los trabajos de P.Y Demars (1982) se basaron exclusivamente en criterios de orden macroscópico, es decir, criterios altamente subjetivos y de difícil transmisión de un investigador a otro.

La caracterización de las distintas materias primas documentadas en los yacimientos arqueológicos peninsulares se llevó a cabo inicialmente por los propios excavadores, siguiendo los mismos elementos macroscópicos establecidos por Demars (Cacho, 1990; Ripoll, 1990). Paralelamente se produjeron caracterizaciones de las materias primas desde una óptica distinta, mediante la aplicación de técnicas analíticas microscópicas y fisico-químicas propias de la Geología. En un primer momento, la práctica común fue la de la colaboración entre geólogos y arqueólogos (Doce y Alcober, 1997). Sin embargo, las divergencias de objetivos, intereses y lenguajes propios de cada disciplina han hecho que dichas colaboraciones se mantengan sólo de forma puntual.

Finalmente se está desarrollando en los últimos años una tercera vía, que consiste en la aproximación de los propios prehistoriadores a la disciplina geológica, mediante la formación en campos tales como la petrología sedimentaria y las analíticas fisico-químicas, entre otros. En esta misma tesitura se encuentra algún geólogo cuyos intereses coinciden esencialmente con los de los arqueólogos, y que ha sufrido en este caso un reciclaje en nuestra ciencia (Tarrío y Aguirre, 1997).

El progresivo despegue en la producción científica nacional se ha manifestado, mediante la participación de prehistoriadores españoles, en los foros internacionales destinados a la discusión sobre el estudio del sílex. Así sucedió en los *International Flint Symposium* de Burdeos en 1987 (Séronie-Vivien, M.R y Lenoir, M-eds- 1990), Madrid en 1991 (Ramos Millán, A y Bustillo, M.A -eds- 1997), Varsovia en 1995 (Schild, R y Sulgostowska -eds- 1997) y Bochum en 1999 (ep), que registraron la participación de diversos investigadores españoles.

Paralelamente en las "Reuniones Nacionales de Geoarqueología" (Barcelona, 1990 y Madrid, 1992), así como muy especialmente en las "Reuniones de Trabajo sobre Aprovisionamiento de Recursos Líticos en la Prehistoria", que tuvieron lugar en Valencia en 1994 (Bernabeu, J; Orozco, T y Terradas, X -eds-,1998) y en Barcelona-Gavà en

1997 (Bosch, J; Terradas, X y Orozco, T -eds-, 1998) se ha generado un marco específico de encuentro entre especialistas en la materia. De este modo, el aumento progresivo de publicaciones ha corrido parejo a la aparición de un nuevo tipo de investigador entre los equipos interdisciplinares de prehistoriadores.

Fruto de los trabajos desarrollados hasta el momento se puede apreciar, de forma general, como la Península Ibérica participa claramente del mismo contexto socio-económico, que el resto del Occidente europeo, durante las distintas etapas del Paleolítico. Así los trabajos centrados en cronologías más antiguas (Paleolítico Inferior y Medio) establecen fundamentalmente el recurso a materias primas de captación inmediata, en función de la especificidad litológica del entorno geológico de las ocupaciones humanas p.ej. 5 Km. para Atapuerca (García-Antón, 1998), o entre 5 y 6 Km. para la mayoría de yacimientos del Paleolítico Medio de la región cantábrica (Montes y Sanguino, 1998), o el noreste de Cataluña (Soler y otros, 1990). Los mecanismos de captación se basan en el laboreo superficial de fuentes de aprovisionamiento de tipo secundario, es decir, en la explotación de los guijarros de las terrazas fluviales, como por ejemplo las terrazas del Manzanares en Madrid, o las del Ter en Gerona.

Progresivamente la variedad de recursos explotados disminuirá en el seno de las distintas ocupaciones, produciéndose una incipiente preselección de determinadas materias primas, fundamentalmente el cuarzo en el noreste de Cataluña (Terradas, 1998), la cuarcita en el musteriense al aire libre de la comarca de la Liébana (Cantabria) (Carrión Santafé y otros, 1998) y el sílex en las comarcas del centro y sur de Cataluña. A título de ejemplo citaremos el Abric Romaní de Capellades (Barcelona) (Carbonell y Mora, 1985; Vaquero, 1992; Morant, 1998), en el que las áreas de aprovisionamiento explotadas son generalmente los depósitos en posición secundaria, como muestra la morfología de los bloques de materia prima aportados a los yacimientos.

El Paleolítico Superior peninsular representará, en líneas generales, y al igual que acontece en el resto de Europa, la eclosión de la explotación del sílex como materia prima fundamental de los conjuntos líticos tallados (Zilhão y otros, 1995). El recurso a

esta materia supondrá en algunos casos el abandono por completo de otras materias primas explotadas en fases cronológicas anteriores, e incluso la obtención del sílex mediante procesos de minería superficial, en el caso por ejemplo de la franja septentrional de la Depresión Intrabética andaluza, y de intercambio en la zona más oriental del noreste catalán (Soler y otros, 1990). Las distancias recorridas por dichos materiales pueden superar en ocasiones el centenar de Km, como parece ocurrir con los sílex terciarios de la cuenca del Tajo recuperados en los yacimientos arqueológicos al aire libre del fondo de valle del río Côa en Portugal (Aubry et al, -e.p.3-). O en el País Vasco, donde los análisis llevados a cabo por Tarrío (Tarrío, Yusta y Aguirre, 1998) evidencian la presencia de sílex de la región de Bergerac en Antoliñako Koba (Vizcaya), distante unos 400 Km.

La explotación del sílex como principal soporte para la producción lítica del Paleolítico Superior, debe vincularse con el desarrollo de las cadenas de producción laminares, propias de dicho momento. Este predominio del sílex en los conjuntos tallados perdurará hasta el final del Magdaleniense.

La transformación generada por el advenimiento del Holoceno (Epipaleolítico) supuso un cambio de la situación precedente, dado que por un lado en las áreas geográficas en las que el sílex es un recurso abundante en el entorno de las ocupaciones, éste siguió utilizándose profusamente, como por ejemplo en el centro y sur de Cataluña (Doce, 1988, Mangado, 1998). Por otro lado, las comarcas dónde el sílex es escaso muestran una disminución evidente de la tradición de la talla de dicho material, retomándose el procesado de materias primas diversas de origen local, como sucede en el prepirineo oriental de Cataluña (C.R.P.S, 1985), o en la región cantábrica (González Sainz, 1991).

El cambio en las estrategias de aprovechamiento económico tiende a la maximización de áreas de recursos más reducidas. Los factores que a nuestro entender parecen haber llevado a este cambio son tanto de orden natural como técnico (Mangado y otros, -e. p-).

Este breve panorama introductorio nos muestra claramente el interés que para los prehistoriadores posee la caracterización de los materiales de origen mineral recuperados en los yacimientos.

.- Por un lado, dada su omnipresencia en el registro arqueológico, ya que de todos los materiales susceptibles de recuperación, son éstos los que en mayor medida se documentan, pues su naturaleza no orgánica, y su dureza, les confiere una mayor resistencia a los procesos tafonómicos de alteración y destrucción, en comparación con otro tipo de restos, como la fauna, restos vegetales, antracológicos, etc.

.- Por otro lado, el medio mineral, junto con las actividades que éste genera, de captación y explotación de los recursos, constituye uno de los pilares fundamentales en la organización económica de dichas sociedades.

Sin embargo, aún en la actualidad, la mayoría de obras consagradas, incluso en su título, a la economía de los grupos cazadores recolectores, se centran en el análisis de las fuentes de aprovisionamiento de recursos de origen biótico (sirva de ejemplo la obra de Iain. Davidson, 1989: La economía del Final del Paleolítico en la España oriental), olvidando sistemáticamente la definición del medio abiótico, aún cuando éste, se encuentra investido de un mensaje socio-económico fundamental para aproximarnos al funcionamiento de los grupos humanos prehistóricos.

De este modo debemos reivindicar que el binomio: medio mineral abiótico-medio ambiente biótico, engloba la totalidad de parámetros estudiables para la caracterización de la organización económica y social de los grupos humanos, en un marco espacio-temporal dado. La aproximación a ambos medios es del todo necesaria para profundizar en nuestro conocimiento sobre los mecanismos de organización de las economías prehistóricas.

El interés más inmediato de los análisis de caracterización arqueopetroológica, y nuestro primer objetivo, reside en el reconocimiento de las distintas litologías explotadas por las comunidades estudiadas. Para caracterizar una explotación de un recurso es menester saber, desde una perspectiva científica, (transmisibile de un investigador a otro) de qué recurso se trata. Del mismo modo, la aproximación petroarqueológica indisoluble de los análisis tecnotipológicos y funcionales genera importantes implicaciones para el

prehistoriador, tanto a nivel sincrónico como diacrónico en un marco geográfico concreto.

Desde un punto de vista diacrónico, nuestro objetivo es observar fenómenos de continuidad o procesos de ruptura en la explotación de determinados recursos, por la introducción y /o abandono de distintos materiales líticos. Del mismo modo, la modalidad de introducción de dichos materiales (en bruto, previamente formateados, o finalizados, con o sin segmentación espacio-temporal de sus procesos de fabricación) nos puede aproximar a los criterios de ordenación social que organizan tanto la explotación directa (captación, confección, uso y abandono) como la explotación indirecta por intercambio (reciprocidad, redistribución, comercio) de las distintas litologías. Será precisamente este intercambio el que nos aproximará, a nivel sincrónico, a los mecanismos de vinculación entre distintos grupos.

Finalmente, las materias primas líticas, juntamente con las conchas, son unos de los pocos elementos del registro arqueológico de los cuales se puede localizar su origen geográfico concreto. Por este motivo, en este trabajo nos planteamos como objetivo poder aproximarnos a nociones como territorio –espacio de explotación económica- y movilidad de los grupos estudiados. De este modo, las materias primas líticas, con las distancias de circulación que presentan, y la inscripción de sus trayectos en el espacio, pueden indicarnos cual ha sido la movilidad en el territorio y cual el grado de frecuentación de un espacio regional, por parte de una comunidad humana. Desde esta misma perspectiva, la configuración espacial de los trayectos (multidireccionales o unilíneas), así como su carácter recurrente, nos permiten el establecimiento de los ejes de circulación preferencial en el seno de un territorio dado, tanto desde un punto de vista sincrónico, como diacrónico, a lo largo de diversos periodos culturales.

0.2.- FACTORES LIMITADORES DE NUESTRO TRABAJO.

Nuestro interés por la comprensión de los sistemas de captación de materias primas por parte de los grupos de cazadores recolectores del Final del Pleistoceno, e inicios de Holoceno, arranca del final de nuestra licenciatura, en el milenio pasado, momento en que conjuntamente con el Dr. Fullola creímos conveniente adoptar este campo de investigación. Ambos considerábamos éste, como uno más de los pilares que desde el *Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques (SERP)* de la Universidad de Barcelona, podía aproximarnos a una mejor comprensión de los modos de vida y organización de los grupos tribales paleolíticos, que habitaron las tierras del actual territorio catalán entre el XI y el IX milenio calibrado BC.

Sin embargo, antes de abordar el grueso de la cuestión sobre el que han versado nuestras investigaciones, debemos dejar constancia de todos aquellos elementos que deben ser considerados, a nuestro parecer, como factores limitadores, o tal vez potenciadores, del desarrollo de nuestros trabajos, que permitan al lector comprender el porqué de determinada selección de yacimientos, técnicas de análisis, etc, ya que estas últimas, como veremos posteriormente, son muchas y variadas.

Con anterioridad a nuestras investigaciones se había desarrollado ya en el *SERP*, por parte del Sr. Ramiro Doce (1989), un primer trabajo de investigación sobre la caracterización de materias primas durante el Epipaleolítico, del cual nuestros estudios son en parte deudores y complementarios.

Los trabajos del Sr. Doce se centraron en la cuenca del río Montsant, y más concretamente sobre el estrato 4 del Abrigo del Filador (Margalef del Montsant, Tarragona). Este territorio es especialmente rico en recursos líticos de naturaleza silíceo, motivo por el cual, debemos considerar dichos trabajos como un factor *a priori* limitador para nosotros, ya que abarcaba uno de los territorios fuente de materia prima más importante de Cataluña. Por otro lado, el alto grado de especialización de las

investigaciones desarrolladas, apelando a técnicas de caracterización química de las muestras analizadas, su elevado coste económico y el escaso margen explicativo de los resultados obtenidos, nos hicieron plantear el hecho de buscar un protocolo técnico distinto al de nuestro compañero.

Por este motivo recurrimos al asesoramiento y ayuda de la Dra. Laura Rosell, Titular del Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica de la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona, quien no sólo nos abrió sus aulas para nuestra formación en el campo de la petrología sedimentaria, sino que también invirtió en nuestra formación su tiempo y su interés.

En esta tesis que ahora presentamos, nos parecía fundamental desarrollar un trabajo pormenorizado de prospección de los entornos geográficos que íbamos a tratar, por este motivo, en 1997 realizamos una estancia formativa en la Universidad de Toulouse-Le Mirail (Francia), bajo la supervisión del Dr. Michel Barbaza, para familiarizarnos con la organización y gestión de una litoteca de referencia, ya que inicialmente nuestra intención, centrada en la petrografía del sílex, y no en los métodos de caracterización química, pretendía desarrollar en la Universidad de Barcelona una colección de referencia y una litoteca de láminas delgadas, tanto a partir de materiales recuperados en prospección, como de materiales procedentes de los distintos niveles arqueológicos analizados, que fuera el germen para posteriores estudiosos en la materia.

Por este motivo, en 1998 y 1999, se llevaron a cabo unas estancias formativas en el *Parque Arqueológico do Vale do Côa* (Portugal), bajo la supervisión del Dr. Thierry Aubry, para familiarizarnos con las técnicas de prospección y evaluación de recursos líticos del territorio.

Finalmente, empezamos una vía de análisis complementaria de la petrografía tradicional, que se basó en la caracterización de las muestras a partir de su contenido micropaleontológico, y más concretamente palinológico, es decir de microfósiles de paredes de materia orgánica. Este trabajo que apenas se encuentra esbozado en nuestra

tesis, se llevó a cabo en el 2000 en el *Centre of Palynology* de la Universidad de Sheffield (Reino Unido), bajo la supervisión del Dr. Ken. J. Dorning.

El objetivo de todas nuestras estancias formativas en el extranjero perseguía una finalidad clara, aprender -como prehistoriadores que somos- a rentabilizar al máximo las capacidades explicativas de las técnicas analíticas utilizadas. Ya que como historiadores creemos que nuestras investigaciones deben acercarnos a modelos explicativos de los modos de organización y funcionamiento de las sociedades pretéritas, o como mínimo intentarlo.

Por este motivo, reducimos el alcance geográfico de nuestras investigaciones, centrando nuestro interés en sólo dos yacimientos de los que se incluyen dentro de los programas y proyectos de investigación llevados a cabo bajo la dirección de la cátedra de Prehistoria de la UB. Este factor debe ser considerado también como un elemento importante para la valoración de nuestros trabajos, ya que la escala regional que inicialmente se contemplaba era excesivamente amplia, dado que no se centraba en una unidad regional única, pues nuestra intención primera englobaba yacimientos del Pre-pirineo leridano (Cova del Parco), yacimientos de las Sierras prelitorales (Balma del Gai y Cova de la Guineu), y yacimientos de las sierras litorales (Balma de la Griera). Tal distancia geográfica, aunque presentaba un interés primordial para nosotros, dado que esperábamos poder plasmar distintos mecanismos de gestión de dichos recursos silíceos, pues los entornos geológicos de las ocupaciones humanas eran diversos, se nos mostró inabarcable. Por este motivo, nuestra selección se basó en los dos yacimientos *a priori* con un comportamiento más extremo; por un lado, Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera) donde el sílex era una litología frecuente en el entorno del yacimiento; y por otro lado, la Balma del Gai (Moià, Bages) ubicada en contextos geológicos claramente deficitarios en este tipo de materia prima, y en cambio, rica en materiales silíceos arqueológicos.

La amistad, con el Dr. Aubry, y las casualidades del destino, plasmadas en un proyecto ministerial de cooperación internacional entre el *SERP* y el *Parque Arqueológico do Vale*

do Còa, quisieron también que desarrolláramos un estudio sobre los materiales silíceos recuperados en los yacimientos al aire libre de la desembocadura del río Còa. Si bien geográficamente estos asentamientos se nos “escapan” del marco que nos habíamos propuesto analizar en esta tesis, finalmente optamos por integrar los resultados obtenidos, dado que parte de las estratigrafías analizadas, corresponden con el Magdaleniense final; y por otro lado, el medio natural totalmente dispar entre los yacimientos del noreste peninsular y los trasmontanos portugueses, con lo que ello implica en la gestión de los recursos líticos, nos pareció interesante.

El tercer elemento a nuestro entender limitador, inicialmente, de nuestras investigaciones, radicaba en el hecho de trabajar con colecciones industriales de un carácter marcadamente microlítico. El pequeño tamaño de los elementos líticos a caracterizar debía ser un elemento a tener en cuenta, en el momento de establecer nuestro protocolo de análisis, dado que la variabilidad del sílex, como veremos en las páginas siguientes, es muy elevada y alcanza a todas las escalas de análisis.

Finalmente, otro elemento a considerar debe ser la coyuntura económica y social de la investigación en nuestro país, pese al disfrute de una beca de FPI y de distintas ayudas ministeriales para estancias formativas en el extranjero, que nos fueron otorgadas por el MEC desde 1997 hasta el 2000, vimos claramente la imposibilidad de completar nuestra investigación en un tiempo prudencial. Este motivo, fundamental como elemento limitador de ésta y muchas otras tesis, nos ha llevado a la configuración actual de este trabajo. Así la labor diaria y la experiencia que nos han proporcionado estos años, nos han convencido de la imposibilidad de tratar a fondo todos los yacimientos que nos habíamos propuesto analizar. Por este motivo, presentaremos como corpus central de este trabajo nuestras investigaciones sobre los materiales de los niveles del magdaleniense final (nivel II) y epipaleolíticos de la Cueva del Parco (niveles: Ia2, Ib y Ic) y epipaleolíticos de la Balma del Gai (nivel I), apuntando en la medida de lo posible los elementos que en la actualidad conocemos de otros yacimientos sobre los que pretendemos profundizar en un futuro (Cardina I). Somos conscientes que hay una gran

labor por delante, de la que con toda seguridad las páginas siguientes no sean más que un esbozo, aunque ello no debe ser el doctorando quien lo juzgue. Pues esta investigación desde nuestro punto de vista esperamos que no represente un punto y final sino sólo un inicio de muchos otros trabajos.

1. EL SÍLEX. TERMINOLOGÍA Y ORIGEN.

1.1.- TERMINOLOGÍA DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS SILÍCEAS.

1.1.1.- Introducción: Sílex y Chert.

El estudio de los materiales líticos recuperados en una excavación arqueológica presenta el problema para el arqueólogo de saber cuál es su naturaleza, y cómo se denominan los materiales recuperados. La disciplina arqueológica ha recurrido a una terminología variada, aunque a menudo se observan confusiones terminológicas importantes, bien por una utilización inapropiada de los términos, bien porque como indica Tarrío (1998:144/145) “las rocas silíceas constituyen un grupo heterogéneo, donde se incluyen gran cantidad de rocas con orígenes muy diversos, mientras que las clasificaciones petrológicas ya establecidas suelen ser de carácter genético”.

Las palabras utilizadas para denominar de modo genérico las rocas sedimentarias silíceas, tanto en literatura geológica como arqueológica, son *sílex* y *chert*. La palabra pedernal, utilizada tradicionalmente en nuestra disciplina hasta mediados del s. XX, ha sido paulatinamente sustituida por una de las anteriormente citadas.

1.1.1.1.- Sílex.

Esta palabra proviene del latín *silix*, *-icis*. En francés se utiliza para designar una roca sedimentaria silícea. El término se utilizó por primera vez en la Francia renacentista, para hacer referencia al tipo de roca empleado en la construcción de edificios, y por metonimia, se aplicó, con posterioridad, al material con que se confeccionaron gran parte de los útiles prehistóricos (Rey y otros, en Tarrío, 1998).

El término fue utilizado en España desde el s.XVIII, como sinónimo científico de pedernal, aunque no fue admitido como palabra propia en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española hasta mediados del s. XX.

1.1.1.2.- *Chert*.

Es un término inglés muy general y de origen incierto, que incluye todas aquellas rocas sedimentarias silíceas de grano fino y de origen químico, bioquímico o biogénico. El término equivalente en nuestra lengua es sílex. El término *chert* suele utilizarse fundamentalmente por geólogos, y debemos considerarlo un anglicismo.

EL término *chert* suele aparecer acompañado de otro término inglés, *flint*. Sin embargo, la utilización indiscriminada de ambos términos como sinónimos ha causado una amplia confusión en el campo de la arqueología, ya que la palabra *flint*, utilizada generalmente en Gran Bretaña, define una variedad de nódulos oscuros, de gran aptitud para la talla, que se recuperan en las cretas cretácicas del sudeste de Inglaterra. El sinónimo en nuestra lengua debería ser sílex de la creta.

En su obra de 1992, B.E. Luedtke ya recogía la utilización confusa de ambos términos por parte de los investigadores anglosajones.

- .- Algunos autores los utilizan de manera indistinta (p. ej. Spielbauer, 1976).
- .- Otros autores consideran que hacen referencia a materiales distintos (Sheperd, 1972).
- .- Pocos autores consideran que el *chert* sea una variedad de *flint* (Wray, 1948).
- .- En cambio, muchos investigadores consideran que el *flint* es sólo una variedad de *chert* (Blatt y otros, 1972).
- .- Algunos geólogos sugieren que el término *flint* se utiliza para referirse a útiles arqueológicos, mientras que el término *chert* se reserva para la materia prima (Pettijohn, 1975).

Finalmente, también los hay que atribuyen la diferencia a la modalidad de afloramiento. De este modo reservan el término *flint*, para el material que aparece en forma de nódulos, mientras que se refieren al *chert* como aquel material que aflora en capas masivas (Graetsch, 1994).

De este modo, para clarificar conceptos al lector, debemos indicar que si bien todos los *flint* son *chert*, no cualquier *chert* es un *flint*.

En esta tesis doctoral nosotros hemos optado por denominar sílex de manera genérica a todas las rocas que hemos estudiado. Consideramos que el término *chert* es un anglicismo, y su uso se limita al campo de la geología. No nos parece oportuna la introducción de este término en la disciplina arqueológica, ya que es un término muy general. Por este motivo, y dada la utilización tradicional en prehistoria del término

sílex, hemos optado por el mismo. Sólo utilizaremos el término *chert*, cuando así aparezca en la bibliografía consultada.

La nomenclatura utilizada para denominar las rocas sedimentarias silíceas no se limita exclusivamente a estos tres términos mencionados hasta el momento (*sílex*, *chert* y *flint*). La gran variabilidad de aspectos que presentan estas rocas ha generado un amplio abanico de términos. Para intentar organizarlos de forma sintética, se pueden agrupar en función de qué factores han sido los más destacados al realizar su caracterización descriptiva. Para ello seguiremos el trabajo desarrollado por Tarrío (1998).

1.1.2.- Denominaciones derivadas del tipo de afloramiento.

Silexita.

Término francés que se refiere a los sílex que aparecen en capas (Cayeux, 1929).

Trípoli.

Término utilizado para referirse a rocas sedimentarias silíceas que aparecen como masas terrosas o pulvulentas, debido a la meteorización de sílex o calizas silíceas. Variantes locales pueden recibir nombres distintos como acontece en Estados Unidos con los términos *Rottenstone* y *Novaculite*.

Lidita o piedra de toque.

Roca silícea negra interestratificada en terrenos del Paleozoico -fundamentalmente del Silúrico- (Cayeux, 1929).

1.1.3.-Denominaciones derivadas del ambiente de formación.

Silcreta.

Roca silícea formada por silificación superficial, asociada a condiciones morfoclimáticas específicas, que cementan y/o reemplazan una roca previa, un depósito de alteración, sedimentos, suelos, etc. Por ello pueden presentar infinidad de texturas. Podemos diferenciar entre silcretas edafogénicas, formadas cerca de la superficie del suelo, bajo la influencia directa del clima; y silcretas de niveles freáticos, formadas en profundidad sin influencia climática (Thiry y otros 1991, en Tarrío, 1998).

Meulière.

Término francés definido por Cayeux (1929) para designar silicificaciones producidas en calizas lacustres.

1.1.4.- Denominaciones derivadas del contenido de organismos silíceos.

Diatomita.

Roca formada por la acumulación de frústulas (caparazones) opalinas de diatomeas (algas unicelulares). Las diatomeas han sido la fuente dominante de sílice desde el Cenozoico hasta la actualidad.

Radiolarita.

Roca formada por la acumulación de radiolarios (protozoos marinos planctónicos con esqueleto opalino). Los radiolarios han sido abundantes desde el Paleozoico a la actualidad.

Espiculita.

Roca formada por la acumulación de espículas de esponjas silíceas. Estos organismos fueron la principal fuente de sílice en las aguas marinas desde el Paleozoico hasta el Cenozoico.

1.1.5.-Denominaciones derivadas del contenido de impurezas.

Chaille.

Término francés definido por Cayeux (1929). Se refiere a los nódulos silíceos ricos en carbonato, fractura mate, sin patina. Según Río (1982), este término no tiene mucho sentido desde un punto de vista petrográfico.

Jaspe.

Roca silícea que posee impurezas de óxidos de hierro. Su color más frecuente es el rojo, aunque presenta una amplia variedad colorimétrica. Sin embargo, el término debe usarse con precaución, no todos los jaspes son rojos, ni todas las rocas silíceas rojas son jaspes,

ya que este color puede ser el fruto de la asociación del material silíceo a depósitos de hierro o a facies volcánicas (Tarrío, 1998).

Porcelanita.

Roca silícea de aspecto similar a la porcelana en bruto, compuesta fundamentalmente por ópalo CT (Calvert, 1974). El término se utiliza para designar silicificaciones que contienen minerales de las arcillas, independientemente de cual sea su génesis.

1.1.6.-Denominaciones derivadas de la composición mineralógica.

Calcedonia.

Término utilizado para definir las rocas silíceas que engloban las variedades fibrosas del cuarzo. Generalmente presenta colores translúcidos y brillo céreo. Suele presentar morfologías externas botroidales o mamilares, y aparece frecuentemente rellenando cavidades de las rocas. En función de su color, o de los bandeados que presenta, recibe distintos nombres como pueden ser ágata u ónice, entre las más conocidas.

1.1.7.- Conclusión.

En conclusión, podemos observar que las rocas sedimentarias silíceas presentan una amplia terminología, condicionada por los distintos factores utilizados para su definición. La gran variabilidad de este tipo de rocas, que afecta a todas las escalas de descripción posible, ha hecho que se denominen los sílex con el nombre de la formación geológica a la que pertenecen (p.ej. sílex de la formación Coronas), con el término geográfico más representativo (p.ej. sílex de Treviño) (Tarrío, 1998), o con una característica geológica representativa (p.ej. sílex del *flysch*).

1.2.- EL ORIGEN DEL SÍLEX.

1.2.0.- Introducción. Litofacies del sílex.

El sílex es una roca sedimentaria silíceo densa y dura que se caracteriza por presentar fractura concooidal. Los análisis químicos de caracterización muestran que contiene, por regla general, entre un 70% y un 90% de sílice (fórmula química SiO_2). La textura al microscopio petrográfico de esta sílice es mayoritariamente microcristalina. Del mismo modo, suele presentar otros elementos, como por ejemplo, hasta un 25% de componentes carbonatados (Hesse, 1989; Bridgland, 1990 en Aubry, 1991).

El sílex se presenta en el registro geológico esencialmente en dos tipos de litofacies (Tucker, 1975).

Los sílex estratificados y los sílex nodulares.

A.- Los sílex estratificados se encuentran a menudo en cinturones orogénicos. La estratificación suele ser centimétrica, y a veces conservan estructuras sedimentarias. Muchos sílex estratificados suelen ser acumulaciones primarias que están constituidas por radiolarios, como material biogénico exclusivo (radiolaritas). Durante el Carbonífero inferior los sedimentos de radiolarios se depositaron ampliamente en las cuencas marinas del occidente europeo, como el suroeste de Inglaterra y el centro de Alemania. En ocasiones los radiolarios se acompañan de espículas de esponjas y sedimentos clásticos finos o carbonatados.

Los sedimentos silíceos ricos en diatomeas son frecuentes durante el Mioceno y el Plioceno de determinadas regiones mediterráneas.

Algunos sílex estratificados están asociados con rocas volcánicas, principalmente *pillow* lavas. El resto de sílex estratificados suele relacionarse con calizas pelágicas y turbiditas siliciclásticas y carbonatadas. Este segundo tipo de depósito es típico en secuencias de antiguos márgenes continentales pasivos.

La asociación documentada entre sílex y rocas ígneas ha originado numerosas discusiones sobre el origen de este sílex.

Tucker (1975) nos resume las dos explicaciones alternativas planteadas. Por un lado, hay autores que defienden un origen completamente biogénico de la sílice, que no tendría pues relación alguna con el vulcanismo; mientras que por otro lado, hay autores que proponen que los sílex estratificados son un producto del vulcanismo submarino, ya sea

directamente a través de precipitaciones inorgánicas de sílice derivadas de magmas subacuáticos, o indirectamente, a través de organismos planctónicos inducidos por el vulcanismo submarino.

El avance en el conocimiento sobre el vulcanismo marino ha hecho menos creíble un origen volcánico-sedimentario para los sílex. Debemos tener en cuenta que el vulcanismo del fondo oceánico se limita a determinadas áreas oceánicas, y es poco creíble que pudiese originar extensas áreas de sílex. Además, la aparición de sílex de radiolarios en secuencias no volcánicas, y el predominio del origen biogénico en los sedimentos silíceos actuales, controlados por factores oceanográficos, indican que la formación del sílex estratificado no se relaciona con el vulcanismo contemporáneo.

B.- Los sílex nodulares se desarrollan principalmente en rocas encajantes carbonatadas, y en menor proporción, en lutitas y evaporitas. La morfología de los nódulos puede ser muy variada. Frecuentemente se concentran en planos de estratificación concretos llegando incluso a formar estratos casi continuos. La inmensa mayoría de los sílex nodulares conservan evidencias que demuestran su origen diagenético por reemplazamiento (Tucker, 1975). El origen del sílex nodular fue una cuestión ampliamente discutida como veremos en el apartado siguiente.

1.2.1. Historia de las investigaciones.

Para la Geología el momento de formación del sílex es probablemente la cuestión más polémica en lo referente a este material y sobre la que más frecuentemente se trabaja.

Luedtke, en su obra "*An archaeologist's guide to chert and flint*" (1992) nos presenta una historia de la investigación al respecto dividida en tres periodos.

1.2.1.1.- Antes de 1945.

La investigación se desarrolló alrededor de tres teorías fundamentales:

Teorías singenéticas.

Teorías penecontemporáneas.

Teorías epigenéticas.

Estas teorías recogidas por Shepherd (1972), centraban su interés en la formación del *flint*, es decir, de los nódulos de sílex oscuros que se recuperaban en las cretas cretácicas del sur de Inglaterra.

1.2.1.1.1. Las teorías singenéticas.

Las primeras teorías singenéticas se remontan al s. XIX. Consideraban que todos los sílex eran simplemente el resultado de la fosilización de esponjas silíceas. Posteriormente vieron la luz otras teorías más plausibles. Este tipo de teorías considera que tan pronto como una esponja, u otros organismos de pared opalina muere, ésta produce amoníaco y otras sustancias que reaccionan con la sílice en el agua del mar. La sílice en soluciones elevadas generaría partículas coloidales que se “coagularían” por la acción de la electrólisis, provocada por la sal del agua marina, con lo cual se puede llegar a situaciones de aguas supersaturadas en sílice. Estas masas se hundirían hacia el fondo del mar y precipitarían. Posteriormente, la presión convertiría estos geles de sílice en sílex.

Esta teoría puede en algunos casos responder a lo observado en ciertos materiales silíceos; sin embargo, debemos tener en cuenta algunas observaciones, como por ejemplo, que ninguna evidencia de este tipo de proceso se ha puesto de manifiesto en la actualidad a través del DSDP¹.

La hipótesis, según la cual los nódulos de sílex tendrían por origen masas de geles silíceos depositados en el mismo momento que el sedimento, está hoy día totalmente abandonada. Las numerosas estructuras sedimentarias observables en el interior de los nódulos, o de los sílex estratificados, así como las pruebas evidentes de fenómenos de sustitución de la calcita por sílice, son suficientes para demostrar la inviabilidad de esta hipótesis.

1.2.1.1.2. Las teorías penecontemporáneas.

La base general sobre la que se asentaban las teorías penecontemporáneas es que los barros calizos alcanzan cada vez más, una profundidad de enterramiento mayor. Este es el motivo por el cual, el agua que contienen se expulsa del sedimento, sin embargo, las partículas coloidales de sílice permanecerían retenidas en el mismo.

¹ Deep Sea Drilling Project.

La presencia de sílice coloidal en el agua marina nunca se ha puesto en duda. Sin embargo, no se ha constatado la existencia de ningún proceso que lleve a la concentración de la sílice por si misma en los barros de los fondos oceánicos.

1.2.1.1.3. Las teorías epigenéticas.

Esta teoría asume que la creta se formó con los niveles de espículas de esponjas intactos e inalterados, y que la mayor parte de la deposición de la sílice se produjo tras el levantamiento de los niveles de calizas respecto al nivel del mar. Al emerger las calizas, éstas quedaron sujetas a la percolación del agua de lluvia y a la acción del agua de los ríos, y cualquier traza de agua o sales marinas que pudieran contener fueron lixiviadas contemporáneamente.

La sílice de las espículas opalinas se disolvería en los niveles superficiales por la acción de las aguas meteóricas, y se volvería a depositar como sílice microcristalina en los niveles inferiores de las calizas a través de los planos de fractura.

1.2.1.2.- Entre 1945 y 1970.

Durante este periodo se incrementó el interés por el trabajo de laboratorio, relacionado con el creciente interés por el cuarzo para los aparatos de radio, fundamentales durante la II Guerra Mundial.

Durante este periodo, el desarrollo tecnológico (microscopio electrónico, análisis isotópicos del oxígeno) tendió a llevar a la comunidad científica hacia el consenso respecto a la formación del sílex. La idea de precipitación directa de la sílice como gel fue sustituida por la idea de la formación del sílex a partir de la substitución de sedimentos preexistentes. Esta sigue siendo en la actualidad la hipótesis más contrastada y defendida por los distintos estudiosos.

1.2.1.3.- A partir de 1970.

Se desarrolla un tercer periodo en la investigación, a partir de la aparición de los primeros resultados del proyecto norteamericano del *Deep Sea Drilling Project* (DSDP), que había muestreado los sedimentos del fondo oceánico. Los datos obtenidos del DSDP modificaron los cimientos sobre los que se había asentado tradicionalmente la investigación sobre el sílex, al demostrar los procesos diagenéticos bajo los que se forman los sílex. Este factor supuso un incremento considerable de la experimentación de

laboratorio. Como resultado se incrementó el valor del rol de uno de los polimorfos de la sílice, la cristobalita, durante la formación del sílex.

1.2.1.4.- Conclusión.

En conclusión, tras todas las investigaciones llevadas a cabo hasta la fecha, podemos considerar que la cuestión del origen del sílex debe recalificarse desde una nueva perspectiva. Se debería abordar este tema bajo un nuevo epígrafe más “abierto” como sería el de “problemas de los orígenes del sílex”. Como hemos visto, son diversas las teorías propuestas para explicar las distintas formaciones del sílex. Aunque si bien los modelos sedimentarios favorables a la formación diagenética del sílex se conocen en su globalidad, el origen de la sílice y de los procesos diagenéticos parecen ser muy variables. Por este motivo vamos a profundizar un poco más en aquellas propiedades de la sílice que pueden ayudarnos a comprender mejor el funcionamiento de los procesos diagenéticos que llevan a la formación del sílex.

1.2.2.- Solubilidad, solución y precipitación de la sílice.

El sílex es una roca sedimentaria silícea de origen bioquímico, biogénico u orgánico. Por este motivo, la sílice que constituirá dicha roca ha debido en primer lugar disolverse en el agua, para volver a precipitar más tarde, y de este modo, formar el sílex.

1.2.2.1.- La solubilidad de la sílice.

La solubilidad se define como la cantidad de sustancia que puede disolverse en un disolvente dado en condiciones específicas. Por lo tanto, la solubilidad de un material no es una propiedad absoluta, depende de diversas variables que la controlan. En el caso de la sílice debemos tener en cuenta factores como: el tipo de sílice, la temperatura, la presión, el pH, el tamaño de la partícula, la superficie del área o las impurezas.

Como veremos en el capítulo 2, existen diferentes tipos de sílice y de texturas silíceas. Cada una posee propiedades distintas, entre ellas la solubilidad. Mientras el cristal de cuarzo es poco soluble –6 ppm a presión y temperatura normales-, la sílice amorfa es muy soluble –120 ppm en las mismas condiciones- (Luedtke, 1992).

La temperatura es un factor determinante en la solubilidad de la sílice

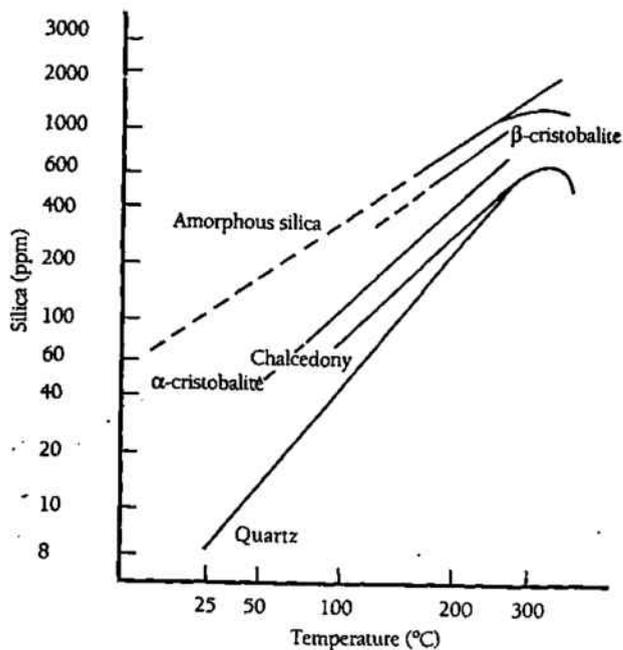


Fig. 1. Solución de la sílice en relación a la temperatura (Luedtke, 1992)

Por el contrario, la presión parece jugar un rol mucho menor.

La solubilidad no se ve afectada por valores de pH inferiores a 9; en cambio, para valores de pH superiores experimenta un auge destacado.

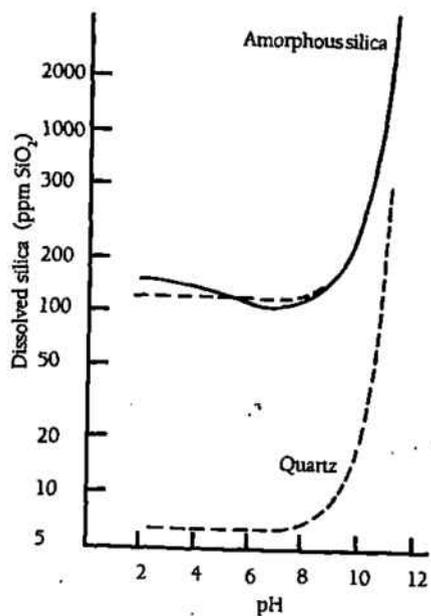


Fig.2. Disolución de la sílice en relación al pH (Luedtke, 1992)

Sin embargo, son pocos los entornos fuertemente alcalinos; por ello este parámetro se considera también como un factor poco importante.

1.2.2.2.- La sílice en solución.

La sílice se encuentra en solución en todas las aguas continentales (ríos, lagos) así como en los océanos. Según Luedtke (1992) los principales proveedores de sílice son los silicatos, cenizas y rocas volcánicas que se meteorizan. La mayor parte de esta sílice se encuentra en forma de ácido silícico (H_4SiO_4), aunque en aguas alcalinas ($pH > 9$) puede presentarse como iones, y en soluciones supersaturadas como coloides.

De cualquier modo, la sílice en solución puede ser transportada desde el lugar de su disolución a cualquier lugar permeable al agua, que en condiciones adecuadas puede provocar su precipitación.

1.2.2.3.- La precipitación de la sílice.

Para que se produzca la precipitación, los átomos de silicio y de oxígeno deben formar tetraedros, “uniéndose” los unos con los otros en configuraciones especiales que corresponden a las diferentes formas de la sílice.

La precipitación también aparece controlada por la mayoría de los mismos factores que controlan la solubilidad como pueden ser: temperatura, presión, pH e impurezas (Luedtke, 1992).

La concentración de sílice en solución, y la presencia o ausencia de núcleos a partir de los cuales pueda iniciarse la precipitación, son factores importantes para que ésta se produzca.

De forma general, el aumento de la temperatura, la presión y el pH hasta 9 incrementa la tasa de precipitación. Sin embargo, es el grado de saturación el elemento principal para determinar qué tipo de sílice va a precipitar. Ningún tipo particular de sílice puede precipitar a partir de una solución que se encuentre subsaturada, y del mismo modo, por razones cinéticas y químicas, este mismo tipo particular de sílice será incapaz de precipitar a partir de soluciones demasiado saturadas.

En el siguiente diagrama podemos apreciar algunas características de los distintos tipos de sílice

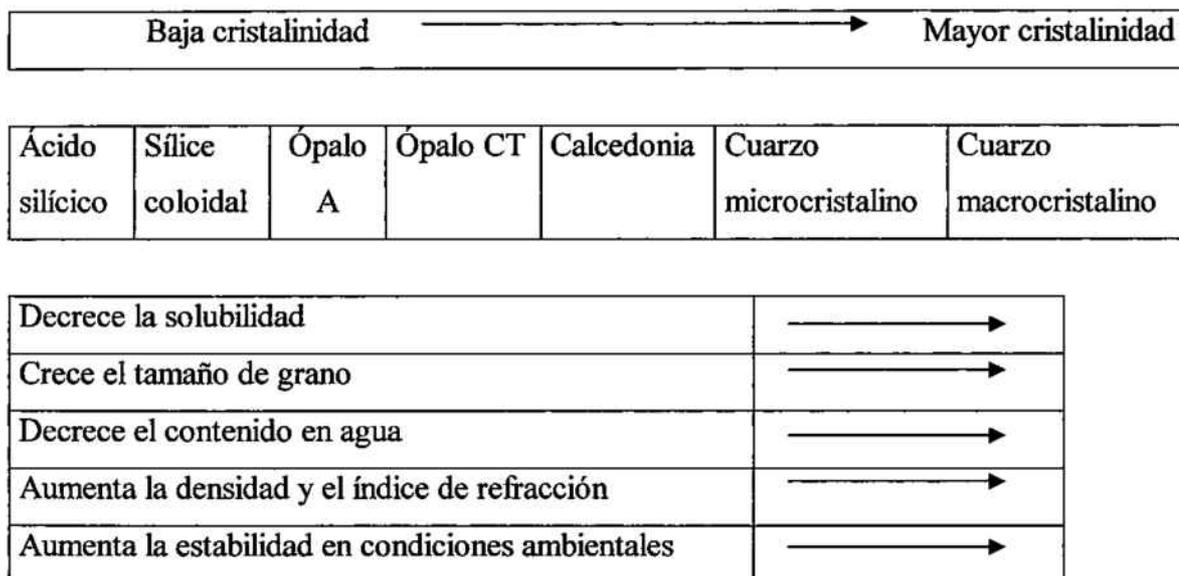


Fig. 3. Características de los distintos tipos de sílice. (Traducido del original. Luedtke, 1992)

1.2.3.- Los procesos diagenéticos.

1.2.3.1 Definición de diagénesis y fases diagenéticas.

Entendemos por diagénesis el conjunto de cambios fisicoquímicos/biológicos que experimentan los sedimentos desde que se depositan, hasta que forman una roca coherente. Los factores que la controlan son tanto parámetros de orden geofísico (presión, temperatura, tiempo) como parámetros de orden geoquímico (como el pH, o la presencia de CO₂). Fairbridge (1967) estableció tres fases en el desarrollo de los procesos diagenéticos, que comprenden desde el momento en que una partícula de sedimento se deposita y queda enterrada, hasta la exhumación del depósito, momento en que la partícula puede verse afectada por otro tipo de procesos (los procesos erosivos). La duración de estas fases es variable en función de factores tales como: las fluctuaciones eustáticas, o el tectonismo.

A.-Sindiagénesis

Se trata de la fase inicial, es sincrónica a la deposición y simultánea al enterramiento inicial de la partícula. El régimen de fluidos se caracteriza fundamentalmente por la presencia, como aguas intersticiales, de las propias aguas atrapadas en el medio sedimentario. En esta fase destacan los procesos geoquímicos.

Podemos diferenciar dos subestadios: el primero corresponde al estadio inicial, de un espesor variable entre escasos milímetros y 50 cms. En este subestadio suele desarrollarse la actividad de organismos bioturbadores que descomponen la materia orgánica, generando gran cantidad de CO₂. El segundo subestadio se corresponde al estadio de enterramiento inicial, en el cual el ambiente ya no es oxidante (presencia de oxígeno), sino reductor (ausencia de oxígeno). En este estadio suelen actuar las bacterias anaerobias.

La base de la fase sindiagenética se sitúa en el límite inferior de la actividad bacteriana anaerobia. Ésta puede oscilar entre 1 y 100 metros de profundidad.

B.- Anadiagénesis

Se trata de la fase intermedia, o de enterramiento profundo. Durante esta etapa los procesos más destacados son la compactación del sedimento, y la maduración del mismo, bajo la influencia de una presión de enterramiento creciente, y la expulsión de los fluidos del sedimento que se está compactando. Así pues, es durante esta fase cuando el sedimento se litifica.

C.- Epiadiagénesis

Esta fase tiene lugar tras el levantamiento o exhumación de la roca. Durante esta fase las aguas meteóricas ya pueden influenciar el depósito, al poder desplazar a los fluidos intersticiales que había previamente. Los principales procesos epiadiagenéticos son la rehidratación y la oxidación.

1.2.3.2.- La diagénesis de las rocas silíceas.

Los principales procesos que tienen lugar durante la diagénesis de las rocas silíceas son:

- La cementación.
- El envejecimiento, o maduración, y la recristalización del cuarzo.

En el caso de los nódulos de sílex debemos tomar en consideración también un proceso diagenético previo a los otros, se trata de la disolución. Cada uno de estos procesos produce ciertas texturas y minerales característicos, que ya fueron estudiados entre otros investigadores por M.A. Bustillo (1980), como veremos con mayor detenimiento en el capítulo II, al tratar sobre las distintas texturas silíceas microscópicas.

1.2.3.2.1.- La cementación.

Es el proceso en el que se producen las texturas más características, ya que en el relleno de la porosidad, los minerales silíceos pueden tener superficies libres de crecimiento y de este modo, pueden mostrar hábitos más característicos.

La cementación típica de una porosidad supone una variación desde las paredes hacia el interior de texturas que implican una mayor lentitud de crecimiento. Así los primeros revestimientos suelen de calcedonia u “ópalo fibroso”, mientras que en el centro suelen aparecer los mosaicos de megacuarzo. Sin embargo, esta polaridad no es universal y de este modo, por ejemplo, podemos analizar al microscopio sílex constituidos única y exclusivamente por mosaicos de megacuarzo.

La calcedonita junto a los mosaicos de cuarzo, son las texturas de cementación del cuarzo más frecuentes y habituales entre las texturas fibrosas y granulares respectivamente; por su lado la cuarcina suele ser poco frecuente, y suele restringirse a cementaciones en sílex opalinos (Bustillo, 1976, 1980).

La cristobalita presenta como texturas de cementación típicas los tapizados fibrosos y las lepisferas. Otros tipos de esferas no son tan significativos, ya que no resulta fácil discernir hasta qué punto nos encontramos ante un proceso de cementación, o interviene también el proceso de maduración. Este problema se debe a que la mayoría de datos disponibles proceden de los estudios de cementación realizados sobre organismos silíceos en ambiente marino.

Otra textura de cementación, en este caso de ópalo, es la denominada estalactítica (Bustillo y Soriano, 1980). Se considera que éste es un cemento originado en ambientes vadosos.

1.2.3.2.2.- El envejecimiento o maduración.

Los datos obtenidos en los sondeos del DSDP han permitido la realización de investigaciones sobre este proceso, el cual a grandes rasgos supone dos pasos:

.- Evolución del ópalo biogénico (A) a ópalo C-T.

.- Transformación del ópalo C-T a cuarzo.

Este proceso es función de dos variables, el tiempo y la temperatura.

El tiempo y la temperatura son importantes en sedimentos marinos profundos, con una diagénesis en condiciones relativamente estables; sin embargo, pierden importancia en sedimentos marinos de plataformas de mares poco profundos, que en ocasiones se encuentran sometidos durante la diagénesis a grandes cambios de ambiente geoquímico. Finalmente, debemos tener en cuenta que el tiempo y la temperatura pueden dejar de ser factores de control en los medios continentales superficiales (Bustillo, 1980).

Por lo que respecta al tiempo, los cálculos de Rad y Rosch del 1974 (en Bustillo, 1980) en sedimentos marinos, basados en la velocidad de sedimentación y en la profundidad en la que empiezan a producirse las transformaciones, muestran que el paso de ópalo biogénico a ópalo C-T requiere de un lapso de tiempo comprendido entre los 20 a 25 millones de años; mientras que la completa transformación a cuarzo requiere entre 70 y 90 millones de años, desde el momento de la deposición.

La influencia de la temperatura se acepta por todos los investigadores como un elemento condicionante en esta transformación. Mizutani (1970, en Bustillo, 1980) se refiere a las diferentes fases silíceas en la diagénesis, sin embargo, puntualiza que para considerar estas fases como indicadoras de estados diagenéticos es necesario conocer la historia térmica del sedimento. Aoyagi y Kazamat (1980, en Bustillo, 1980) al estudiar los sedimentos arcillosos del Cretáceo y del Terciario de Japón, demuestran que para la transformación de la sílice amorfa en cristobalita de baja temperatura son necesarios 250 kg/ cm² y 45 °C, y para la transformación de la cristobalita de baja temperatura a cuarzo 660 kg/ cm² y 69 °C.

Otros factores que influyen en la maduración son la composición química de las aguas intersticiales del sedimento, el pH, la permeabilidad, la presión y la tectónica. Lancelot (1973, en Bustillo, 1980) defiende que la transformación también puede estar controlada por la naturaleza de los silicatos presentes en el sedimento. Kastner y otros (1977, en Bustillo, 1980) resaltan la influencia de los factores geoquímicos que pueden variar la relación entre profundidad de enterramiento y el polimorfo de sílice diagenético, otorgando gran importancia al Mg y al OH en la nucleación del ópalo C-T.

1.2.3.3.- Diagénesis silícea en medios marinos de enterramiento profundo.

La diagénesis de los sedimentos silíceos oceánicos ha podido ser estudiada a raíz de los resultados obtenidos durante las prospecciones del DSDP (Davies y Supko, 1972). Estos muestreos han permitido observar amplias zonas de aparición de sílex, tanto nodular como estratificado, en los fondos oceánicos actuales (Pacífico, Atlántico Norte, Caribe).

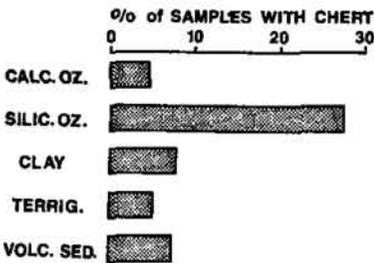


Fig. 4. Distribución de la aparición de *chert* en relación a la litología asociada (Davies y Supko, 1972, p.84)

La figura 4 muestra la distribución del *chert* en los sedimentos oceánicos en relación con la litología a la que aparece asociado. Si bien el *chert* aparece relacionado con todas las litologías, se vincula más estrechamente con los sedimentos silíceos, el 27% de las muestras procedentes de barros silíceos presentaban *chert*.

Los sedimentos oceánicos han variado a lo largo del tiempo. Los sedimentos calizos han sido los predominantes en los océanos, desde el Jurásico, con la excepción del Eoceno, momento en que dominaron los sedimentos silíceos.

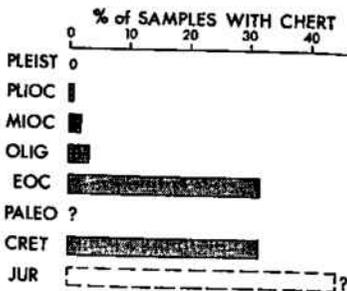


Fig. 5. Distribución de la aparición de *chert* en relación a la edad geológica (Davies y Supko, 1972, p.84).

El *chert* es un componente mayoritario en los sedimentos eocenos (se ha documentado en el 31% de las muestras analizadas). Los *cherts* del Eoceno aparecen siempre asociados a sedimentos pelágicos (Davies y Supko, 1972).

El estudio de las características físicas de las muestras del DSDP ha puesto de manifiesto que en cada zona de muestreo, los sedimentos, a pesar de ser de composición uniforme, presentan cambios bruscos de características, como por ejemplo la porosidad, que no varía de manera uniforme, sino de manera discontinua en función de la profundidad. Cada uno de estos cambios bruscos, suele reflejar un cambio visible en la litificación o en el estado diagenético. Sin embargo, estos cambios no se producen en todas las zonas a una misma profundidad específica. Así se observa que las características físicas del sedimento están bajo la influencia de complejos mecanismos de control (Davies y Supko, 1972).

Los mecanismos que llevan a la formación del *chert* fueron investigados por Heath y Moberly (1971), quienes a partir de muestras procedentes del DSDP, analizaron tanto litofacies nodulares como estratificadas.

Las litofacies nodulares se recuperaron en barros calizos. La sílice que constituía los nódulos parecía proceder originalmente de esqueletos opalinos diseminados a través del sedimento. El primer signo de diagénesis silíceas era la soldadura tangencial de los caparazones de dichos radiolarios.

Heath y Moberly (1971) identificaron cuatro estadios en la formación de un nódulo de *chert*:

- 1.- Relleno de la porosidad de las cámaras de los caparazones de los foraminíferos con calcedonia, o cuarzo calcedonioso.
- 2.- Reemplazamiento del sedimento carbonatado por cristobalita
- 3.- Reemplazamiento de los propios caparazones de los foraminíferos por calcedonia o cuarzo calcedonioso
- 4.- Relleno final de todos los espacios y fisuras de la roca con sílice con la transformación de la matriz de cristobalita a cuarzo. Otros autores establecieron otras fases diferentes para la formación de las silicificaciones oceánicas, a partir de la sílice disuelta procedente tanto de los microorganismos silíceos como del material volcánico, p.ej. Lancelot (1973, en Rio,1982:81), Wise y Weaver, (1974, en Rio,1982:81), o Garrison y otros (1975, en Rio,1982:81).

Las litofacies silíceas estratificadas pusieron más problemas para su interpretación (Davies y Supko, 1972). Los *cherts* estratificados sólo se asocian a barros silíceos o arcillas abisales, no a barros calizos. Si bien la fuente de sílice es aún en la actualidad desconocida, aparentemente no se debe a organismos, ya que no se pudieron reconocer

evidencias biogénicas en este tipo de *cherts*. Heath y Moberly (1971) reconocieron tres estadios de formación en estos *cherts* estratificados:

- 1.- Desarrollo de una arcilla de montmorillonita con cristobalita.
- 2.- Cristalización de la cristobalita para formar una porcelanita bien formada.
- 3.- Inversión de la cristobalita a cuarzo.

1.2.3.4.- Diagénesis silícea en medios continentales.

Los procesos diagenéticos en medios continentales han sido estudiados de manera menos generalizada que los procesos diagenéticos en medios marinos de enterramiento profundo (Meyer, 1984). En los medios continentales el proceso de maduración tiene lugar de manera mucho más rápida, viéndose favorecido por las condiciones de exposición subaérea y la ausencia de impurezas arcillosas (Bustillo, 1980). De este modo, las teorías elaboradas a partir de los datos obtenidos de los sondeos del DSDP sólo parecen ser válidas para medios marinos relativamente profundos, y no para planteamientos generales, ya que parece que éstos no se cumplen en el caso de los medios continentales, donde el rol jugado por microorganismos silíceos, como diatomeas y espongiarios, parece ser mucho más limitado que en el caso de sedimentos oceánicos (Meyer, 1984).

Encontramos en las series geológicas continentales acumulaciones silíceas debidas a una “diagénesis superficial”, iniciada rápidamente tras la deposición. Según Meyer (1984), estas acumulaciones se distinguen de las producidas por diagénesis de enterramiento profundo por una gran variabilidad de facies. Las sucesiones mineralógicas recuperadas demuestran cambios de condiciones químicas rápidas y, a veces, reversibles.

Las silicificaciones meteóricas parecen haberse formado a lo largo de todas las épocas geológicas, si bien determinados periodos han sido más particularmente favorables para que se originaran.

Las formas mineralógicas de la sílice observadas al microscopio petrográfico son, al menos desde un punto de vista estadístico, los elementos principales que nos indican el medio de substitución.

.- La cuarcina y la lutecita son características de “diagénesis superficial”, en particular de las arcillas, los carbonatos y los sulfatos.

.- La calcedonita, a menudo tardía, suele rellenar la porosidad y las fisuras.

- El cuarzo tanto se documenta en las silicificaciones de medios ácidos, como de medios básicos; sin embargo, en este último caso, suele ser rico en inclusiones carbonatadas o sulfatadas.

Según Meyer (1984), cualquier interpretación de las silicificaciones continentales debe tener en cuenta el rol respectivo de los dos factores fundamentales para que estas silicificaciones se produzcan: la producción de sílice disuelta y las trampas, a través de las cuales esta sílice vuelve a fijarse.

A determinados niveles de producción corresponden de forma preferente determinadas trampas:

- La mayor producción se vincula con la alteración de las cenizas volcánicas; la fijación se debe a los microorganismos o a los tejidos leñosos, como sucede en las silcretas de minerales mal cristalizados.

- Los medios evaporíticos, y los medios carbonatados con tendencia evaporítica, pueden tanto liberar sílice en abundancia, como fijarla otra vez en el mismo sitio.

- Los medios bien drenados con clima hidrolizante movilizan lentamente y de manera regular la sílice, que, si no llega hasta el mar, será atrapada en las *dailles* síliceas, o servirá para cementar las areniscas formadas subsuperficialmente.

- Independientemente de cuál sea el clima, la producción de sílice disuelta no se detiene nunca, las trampas que fijan dicha sílice pueden de este modo “alimentarse” continuamente, aunque de manera lenta. Estas trampas no adquirirán importancia, desde un punto de vista geológico, más que en periodos de calma tectónica (Meyer, 1984).

1.2.3.5.- Indicadores de procesos diagenéticos.

Cuando hablamos de rocas sedimentarias síliceas nos estamos refiriendo a rocas cuyo principal constituyente son los minerales de la sílice (SiO_2), con un porcentaje superior según Bustillo (1992) al 50%. Los minerales que constituyen estas rocas sedimentarias son mayoritariamente tectosilicatos del grupo SiO_2 . Este grupo se caracteriza porque los oxígenos de la unidad base que compone los silicatos (un tetraedro regular donde cuatro iones de oxígeno en los vértices, rodean a un ion de silicio), son compartidos por tetraedros contiguos formando una red tridimensional de composición unitaria SiO_2 (Tarrío, 1998). En la naturaleza encontramos distintas maneras por las cuales dichos tetraedros construyen redes tridimensionales continuas y eléctricamente neutras. Éstos

son los denominados polimorfos de la sílice. Existe además otra sustancia relacionada y esencialmente amorfa que es el ópalo ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) (Tarrío, 1998).

En el cuadro adjunto presentamos las principales características de los distintos polimorfos de la sílice.

Polimorfo	Simetría	Pe. espe.	Dureza (Mohs)	Tª Cristaliz (1 atm.P).	Inversión a forma baja (1 atm.P)
Estisovita	Tetragonal	4,35	-	-	-
Coesita	Monoclínico	3,01	-	-	-
Cuarzo α	Hexagonal	2,65	7	574°C	-
Cuarzo β	Hexagonal	2,53	-	870°C	573°C
Tridimita α	Monoclínico	2,26	6,5/7	1.670°C	-
Tridimita β	Hexagonal	2,22	-	-	120/140°C
Cristobalita α	Tetragonal	2,32	6/7	1.710°C	-
Cristobalita b	Cúbico	2,20	-	-	268°C

Fig 6. Principales características de los polimorfos de la sílice. Datos tomados de Hurlbut y Klein (1982, en Tarrío, 1998).

Los polimorfos de alta presión (estisovita y coesita) no se encuentran en las rocas silíceas sedimentarias. El resto de polimorfos pertenecen a tres categorías estructurales: cuarzo, con la simetría más inferior y la red más compacta; tridimita, con mayor simetría y estructura más abierta; y cristobalita, con la simetría más elevada y la red más dilatada. Estos polimorfos están relacionados entre sí por transformaciones reconstructivas, que al precisar considerable energía, y al producirse en un proceso lento, hacen que las fases sean metaestables mucho tiempo. Los polimorfos del cuarzo que podemos encontrar como constituyentes de las rocas sedimentarias silíceas son el cuarzo α , y la cristobalita α y la tridimita α (estas dos últimas suelen aparecer como componentes de ciertos ópalos).

La mineralogía de las rocas silíceas, ha sido utilizada siempre como el principal indicador de procesos diagenéticos. La diagénesis de las rocas silíceas se explica por el cambio mineralógico de ópalo a cuarzo. El método más comúnmente utilizado para establecer la evolución diagenética de una roca silícea ha sido la cuantificación del cuarzo, relacionando dicha cuantificación con la profundidad de enterramiento o con el tiempo.

Este hecho, según Bustillo (1980), comporta el error de presuponer que el cuarzo que aparece en una roca silícea está relacionado únicamente con este proceso de transformación, o maduración.

En los estudios sobre el proceso de silicificación algunos investigadores (Millot, 1960, Greenwood, 1973; Kaster y Keene, 1975, en Bustillo, 1980) afirman que el cuarzo puede producirse directamente por la influencia de la sílice sobre la roca-caja, produciéndose en ciertos casos el cuarzo, sin la existencia previa de ninguna otra fase silícea intermedia. Lancelot (1973, en Bustillo, 1980) sugiere que en sedimentos permeables libres de minerales arcillosos, el cuarzo precipita directamente a partir del ópalo A. Estos procesos de transformación directa han sido puestos de manifiesto en el laboratorio por diversos investigadores (Flörke y otros, 1975; Oehler 1976; Greeg y otros, 1977, en Bustillo, 1980).

El otro proceso que interviene en la presencia de cuarzo en una roca sedimentaria silícea es simplemente el proceso de cementación, o precipitación de sílice que rellena la porosidad. La mineralogía más frecuente en estas cementaciones es precisamente el cuarzo.

En la siguiente figura esquemática se pueden observar las principales fases de sílice autigénica, es decir, formada en la misma roca, por procesos tales como la sustitución, la recristalización o el sobrecrecimiento y sus posibles transformaciones diagenéticas.

La dimensión vertical muestra la profundidad de enterramiento con el incremento de temperatura y la pérdida de permeabilidad. La escala horizontal señala la profundidad del medio deposicional inicial. Los barros marinos profundos están colocados a la izquierda del diagrama, mientras que los depósitos epicontinentales están colocados a la derecha.

Los caminos diagenéticos A y B representan sílice inicialmente depositada como ópalo A (diatomeas, radiolarios, etc.), la cual se transforma a ópalo CT y después a microcuarzo a través de los pasos de disolución-reprecipitación. El camino C representa sílex de diagénesis temprana, en la cual se forma microcuarzo durante el enterramiento superficial. La sílice fibrosa puede crecer en cavidades y fracturas en todas las profundidades (Knauth, 1994, en Tarrío, 1998:150).

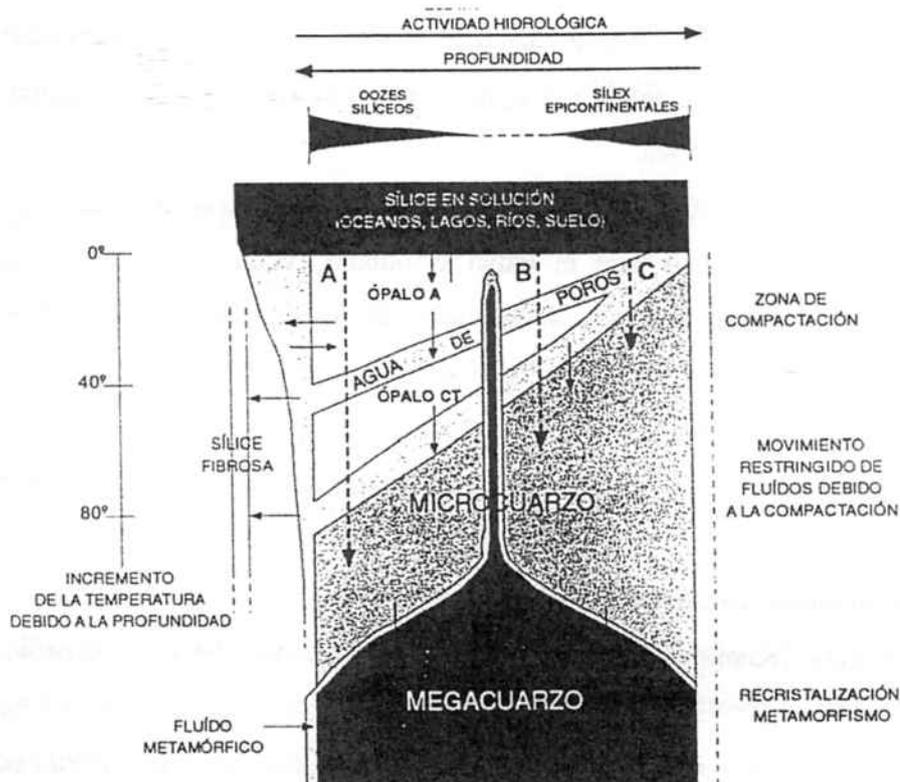


Fig.7.- principales fases de sílice autigénica (Tarrío, 1998).

En las rocas sedimentarias silíceas hay otros caracteres que es necesario tener en cuenta para el estudio diagenético, al margen de la ordenación estructural y textural de los minerales silíceos, se trata de:

A.- Estructura de la roca.

Los trabajos llevados a cabo sobre la estructura de la roca hacen referencia a las estructuras adquiridas durante la diagénesis primaria o inicial, como consecuencia de la pérdida de agua, que padecen estas rocas cuando inicialmente han sido rocas opalinas (Surdam y otros, 1972; Gross, 1972 en Bustillo, 1980)

Gross considera que son estructuras diagenéticas:

- Los modelos poligonales de fracturas (fracturas de retracción).
- Las fracturas irregulares.
- Las superficies estilolíticas documentadas en algunas rocas sílico-ferruginosas.

B.- Componentes minerales no silíceos, generados como consecuencia de la diagénesis.

En lo que hace referencia a los minerales no silíceos que se generan durante la diagénesis de una roca sedimentaria silícea, destacan las ideas de Donnelly y Merrill (1977, en Bustillo, 1980) que consideran que la presencia de un mineral autigénico, como pudiera

ser la sepiolita o la dolomita, podría marcar una transformación del ópalo. El proceso diagenético de maduración del ópalo libera el magnesio que éste puede contener, dando lugar a la autigénesis de estos minerales.

Robertson (1977, en Bustillo, 1980) indicó también que, a veces, la transformación de cristobalita a cuarzo, en los *cherts* que él había estudiado, venía marcada por la concentración de microgránulos opacos, probablemente de óxidos de hierro, visibles mediante un estudio petrográfico.

C.- La geoquímica de las rocas silíceas.

La geoquímica de las rocas silíceas ha sido utilizada en las últimas décadas para deducir características diagenéticas.

Las técnicas más comúnmente utilizadas han sido:

.- Los isótopos de oxígeno (Knauth y Epstein, 1967; Knauth y Lowe, 1978, en Bustillo, 1980).

.- La geoquímica de elementos menores como el boro (Kolodny y otros, 1980, en Bustillo, 1980).

También se ha llevado a cabo la relación de los datos geoquímicos con las variaciones estructurales que sufren los minerales silíceos con la diagénesis, así Mitsui y Taguchi (1977, en Bustillo, 1980) indicaron que el Na, K, Al y H₂O son eliminados de la estructura de la cristobalita cuando la cristalinidad de ésta progresa con la diagénesis.

Un aspecto del proceso diagenético de maduración, que apenas ha sido estudiado, es la evolución de la sílice semiamorfa no biogénica, es decir, no relacionada con restos de organismos. Se pueden documentar datos en los trabajos en los que se considera la génesis de los *cherts*, a partir de materiales procedentes de la alteración de las cenizas volcánicas. La transformación sería equivalente a la del ópalo A, alcanzándose el cuarzo a partir de una forma más ordenada de ópalo que el ópalo C-T, y que se conoce como ópalo C (Jones y Segnit, 1971, en Bustillo, 1980).

2. METODOLOGIA DE ESTUDIO.

2.0.- INTRODUCCION.

Parafraseando a Binford (1988), la mayor parte de los arqueólogos se ha percatado de que la credibilidad de una inferencia sobre el pasado es tan válida como el conocimiento sobre el que ésta se basa. De este modo, las teorías y explicaciones desarrolladas de los fenómenos observados en otros campos del saber científico (en nuestro caso, la geología) pueden ciertamente utilizarse para la inferencia arqueológica. El mismo autor manifestaba a su vez que, sin embargo, frecuentemente las inferencias obtenidas de este modo, por si solas, no son quizás ni útiles ni adecuadas para la solución de nuestros "problemas arqueológicos". Para Binford, nosotros mismos debemos desarrollar una ciencia de la arqueología.

Esta "ciencia de la arqueología", aplicada a los recursos abióticos, es precisamente el campo en el que hemos intentado desarrollar nuestro trabajo, partiendo, al menos parcialmente, de un postulado binfordiano definido como "epistemológico científico". Es decir, evaluamos nuestras ideas mediante la objetivación de las descripciones de la realidad.

Este acercamiento al conocimiento científico propuesto por Binford, postula una aproximación a la arqueología desde la perspectiva metodológica de las ciencias naturales, en las cuales no se espera que los hechos hablen por si mismos, ni tengan un sentido que sea evidente. Los científicos de las ciencias naturales están constantemente preocupados en dar sentido a las observaciones que realizan, y posteriormente, evalúan hasta qué punto en la práctica es útil la interpretación dada.

A nuestro entender, si bien la Prehistoria es la más natural de las ciencias humanas, y por tanto, la aproximación metodológica debe ser de carácter empírico, es al mismo tiempo la ciencia que en mayor medida requiere de la interactividad con otras disciplinas sociales, para obtener credibilidad en las inferencias que realiza, ya que el registro cultural de un yacimiento es algo mucho más complejo que un conjunto material. Es la

evidencia de una organización social, y por tanto, cada objeto es susceptible de transmitir valores de orden cultural de la sociedad que los generó.

Si bien el método de las ciencias naturales "describir y comparar" debe ser a nuestro entender la piedra angular de los trabajos petroarqueológicos (son necesarias caracterizaciones y descripciones correctas de los materiales analizados), y sobre este aspecto centraremos nuestra atención en este capítulo, no podemos obviar que tratamos con restos de cultura material. Estos restos han ultrapasado su materialidad para ser transmisores de unos valores (que podríamos calificar de "humanizados"), que sólo son aprehensibles desde la contrastación con otras disciplinas sociales. Así pues, si bien como indicaba Masson (1981): "Las rocas silíceas son rocas con memoria" (el estudio de sus componentes mineralógicos, texturales y estructurales nos pueden situar dichas rocas en el espacio geográfico y en el tiempo geológico), a nuestro entender, desde esta óptica, no nos explican nada de su relación con el ser humano. Sólo una aproximación desde la perspectiva propia de las ciencias sociales permite una interpretación del comportamiento de los grupos humanos que utilizaron dichas rocas como recurso económico o simbólico.

Este aspecto no material de los recursos líticos será tema de atención en el último capítulo dedicado a la discusión y conclusiones.

De este modo, el interés de los análisis petrográficos en el campo de la arqueología reside en la creación de un corpus empírico de datos, que nos permita inferir conocimientos de orden paleoeconómico de la actividad humana.

La finalidad por la que han sido llevados a cabo nuestros análisis petroarqueológicos era precisar la adaptación del ser humano a su marco medioambiental, a partir, por un lado, de la identificación de los distintos materiales líticos utilizados, y por otro lado, de la localización geográfica y geológica de las fuentes de recursos líticos.

Podemos observar pues como el estudio de los recursos abióticos utilizados durante la Prehistoria, es un campo de análisis complejo y muy amplio, dadas las diversas litologías tratadas, así como los distintos protocolos técnicos implicados en su estudio. Durante la Prehistoria se explotaron diversos recursos, sin embargo, teniendo en cuenta la importancia que alcanzó el sílex, como materia prima mineral, y tomando en consideración nuestro ámbito de investigación específico (el Paleolítico y el

Epipaleolítico), hemos considerado oportuno centrar este apartado de metodología, o mejor dicho, de protocolos técnicos empíricos, fundamentalmente en dicho material.

La finalidad del interés por el sílex, entre los prehistoriadores, es responder a una serie de preguntas que nos planteamos al recuperar esta litología en los yacimientos arqueológicos:

- .- ¿Por qué hay diferentes tipos de sílex en un mismo yacimiento?
- .- ¿De dónde proceden estos diferentes tipos?
- .- ¿Cuales son las razones de esta variabilidad?
- .- ¿Por qué determinados sílex se tallan mejor que otros?

Las respuestas a éstas y otras preguntas nos permiten formular hipótesis sobre los comportamientos económicos y tecnológicos del grupo humano estudiado, es decir, hacer "ciencia de la arqueología". Por este motivo es necesario un método científico riguroso. Nosotros consideramos, como hemos mencionado anteriormente, que el esquema de investigación de las Ciencias Naturales debe ser la piedra angular para un estudio arqueológico sobre las áreas de captación de los recursos líticos.

Para construir nuestro corpus documental de datos, hemos elaborado un protocolo de observaciones y comparaciones sucesivas, y pormenorizadas, a distintas escalas, que nos fueran profundizando, como si de una espiral se tratara, desde elementos más generales a otros mucho más particulares, en función de la problemática que una determinada escala de observación nos planteaba.

Antes de abordar plenamente la temática propia de este capítulo debemos avanzar ya que, no existe una única analítica aplicable, ni la aplicación conjunta de todas ellas nos permite, en ocasiones, alcanzar los resultados deseados. Por este motivo, este capítulo se ha estructurado desde los criterios utilizables para aproximaciones de orden general, las denominadas caracterizaciones macroscópicas, que pueden ser llevadas a cabo por cualquier persona, hasta los criterios utilizados por técnicas analíticas más complejas, y que requieren de un cierto grado de formación, nos estamos refiriendo a las técnicas de caracterización por petrografía, técnicas físicas y químicas.

2.1.- LA CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA.

2.1.0.- Introducción.

La aproximación al estudio de los materiales silíceos recuperados en los yacimientos arqueológicos ha partido tradicionalmente del establecimiento de un conjunto de caracteres discriminantes de las muestras, a partir de la observación macroscópica, es decir "a simple vista", de aquellos parámetros observables y clasificables de los materiales.

Esta técnica tan práctica y rápida, como criticable por su falta de precisión – ya hemos visto en el capítulo precedente la variabilidad del sílex a todas las escalas de análisis -, se muestra sin embargo, como un primer paso imprescindible para habituarnos a la realidad de los materiales con los que tratamos. En este sentido, la realización de litotecas de carácter regional, a partir de la recogida de muestras de los afloramientos geológicos, constituye el principal elemento de interés de este tipo de trabajo; que será el punto de partida para analíticas más precisas y discriminantes (Takács-Biró, 1997).

2.1.1.- Los principales caracteres macroscópicos.

Los análisis macroscópicos son la técnica más utilizada, por parte de los propios prehistoriadores, en los trabajos de caracterización de los materiales líticos arqueológicos.

Se trata de una técnica simple y económica, que consiste en la identificación del sílex a partir de la observación de caracteres morfoscópicos. Estos caracteres formales permiten crear un registro con escalas nominales de variables (Demars, 1982, 1994; Mauger, 1994; Ramos, 1986; Cacho, 1990; Ripoll, 1990; Fernández López, 1999).

La principal ventaja de esta técnica es su sencillez, dado que nos encontramos meramente ante un proceso de observación de los restos a analizar. Por este motivo, presenta una segunda ventaja, que reside en el hecho de que en principio, no se precisan conocimientos de especialista por parte del arqueólogo.

Generalmente se ha considerado un sistema rápido de clasificación, aunque esta valoración debe relativizarse, tanto en función del número de restos a revisar, como del

esmero en la descripción que se lleve a cabo, ya que son muchos los parámetros describibles, y la validez de la técnica radica, en buena parte, en la descripción sistemática de todos ellos.

La segunda ventaja de este procedimiento reside en ser una técnica de descripción de las muestras no destructiva, motivo por el cual, permite sin problemas el análisis de todo el conjunto de los restos líticos procedentes del yacimiento, tanto los restos de talla como los útiles.

Generalmente, la caracterización de éstos últimos por otras técnicas no suele ser bien visto por los arqueólogos, ya que supone, en parte o totalmente, la destrucción del útil. Este hecho ha generado en numerosas ocasiones un problema para el desarrollo de los estudios de caracterización petrológica que no siempre tiene fácil solución. Algunos investigadores, para el estudio de este tipo de restos mediante técnicas analíticas destructivas, han optado por la utilización de una broca de corona de diamante, que permite la perforación del resto arqueológico y posteriormente su restauración. Este procedimiento, sin embargo, no ha sido utilizado en nuestro caso dado el marcado microlitismo de los útiles a analizar.

A pesar de las ventajas que presenta la observación macroscópica, esta técnica también implica serios problemas para alcanzar un conocimiento empírico de los materiales estudiados.

Por un lado, es una técnica basada en caracteres muy poco precisos, ya que se trata de parámetros cualitativos, difícilmente cuantificables, y que por lo tanto, son objeto de la subjetividad de cada investigador.

Por otro lado, y como consecuencia del carácter altamente cualitativo de las observaciones, contamos con otro problema añadido, que es el de su complicada transmisión de un investigador a otro.

Si bien estos problemas son importantes, atañen más, sin lugar a dudas, al investigador que a los elementos descritos; sin embargo, el principal problema que presenta este método, porque afecta directamente a aquello que estamos analizando, es el fenómeno conocido con el nombre de convergencia de facies silíceas (Aubry, 1990, 1991), es decir, la presencia de silicificaciones de épocas geológicas diferentes, - de las cuales conocemos los afloramientos-, pero que presentan características macroscópicas similares. Evidentemente el problema resulta irresoluble desde la aproximación macroscópica, y supone un problema grave para la interpretación; ya que estas convergencias pueden

introducir errores de atribución de orígenes, y por tanto, invalidar la interpretación arqueológica resultante a partir de las descripciones obtenidas.

Para intentar proporcionar una cierta cuantificación, y así mejorar la definición de algunas variables macroscópicas (tamaño de grano, textura, naturaleza de las inclusiones o color), numerosos autores han recurrido a menudo al uso de las lupas binoculares, y a las tablas de color (Tabla Munsell o Pantone). La intención de esta actuación ha sido establecer unos criterios más precisos, objetivos, cuantificables y transmisibles (Masson, 1979, 1981, 1987; Doce, 1988; Aubry, 1991, Mangado, 1997).

A continuación mostramos aquellos caracteres macroscópicos que suelen considerarse normalmente al llevar a cabo una descripción de este tipo. Como veremos, estos parámetros no se centran exclusivamente en la realidad de lo que exhumamos en los yacimientos (lascas, restos de talla, útiles...), sino que también contemplan elementos propios de las materias primas en sus zonas de afloramiento (forma global), ya que a nuestro parecer es imprescindible seguir los mismos criterios de descripción tanto para las muestras procedentes de las ocupaciones humanas como de los afloramientos naturales, de este modo podemos intuir ya algunas posibles relaciones de aprovisionamiento entre el medio natural y el yacimiento arqueológico.

2.1.1.0.- La forma global.

La morfología del sílex (riñón, nódulo, canto rodado, plaqueta) es un elemento que tiene interés sobretudo para el conocimiento del modo de formación de la roca. Del mismo modo, determinados parámetros como su tamaño o el grado de tectonización (fracturación) que muestre, nos pueden evidenciar claramente que dicho material no fue utilizado para la confección de instrumental prehistórico; con lo cual podemos llevar a cabo el registro de afloramientos de materia prima, que no supusieron ningún recurso para las comunidades del pasado, ya que no fueron explotados.

Este hecho se ha puesto de manifiesto posteriormente al analizar los yacimientos que hemos tratado en esta tesis.

2.1.1.1.- La parte periférica o córtex.

El córtex, es la parte de la roca encajante que delimita el sílex. Sería para entendernos la cáscara de la naranja, y como parte periférica de la materia prima que vamos a analizar,

debe despertar nuestro interés. Su importancia radica en el hecho que, nos puede permitir relacionar el elemento silíceo estudiado, con un cierto tipo de formación geológica específica. Con una observación macroscópica de los restos corticales podremos, en ocasiones, atribuir el origen de las muestras a contextos sedimentarios de rocas carbonatadas (calizas, dolomías, margas...), de rocas yesíferas, e incluso a series conglomeráticas.

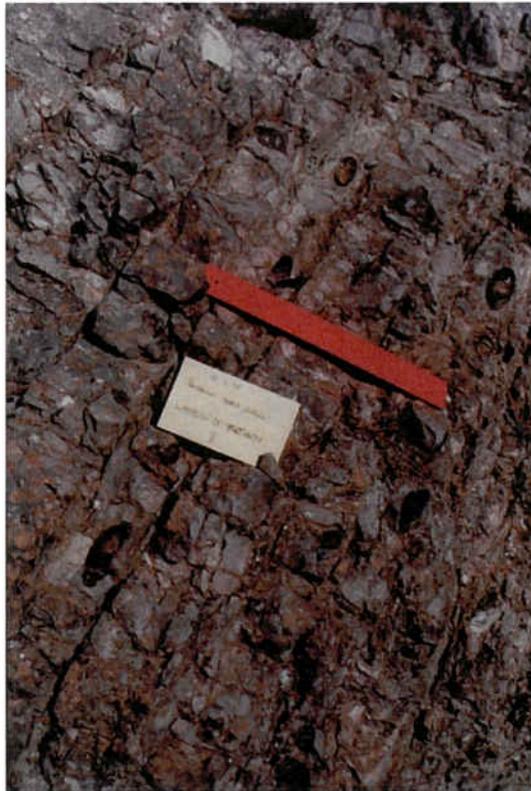


Fig. 8. Nódulos de sílex en posición primaria en un estrato calizo-margoso (foto del autor).

La observación de este parámetro es también importante porque nos permite, a partir de los restos recuperados en el yacimiento arqueológico, orientar nuestras prospecciones de campo, hacia las áreas potencialmente portadoras de sílex.

Los córtex pueden mostrar aspectos muy variados, pueden ser finos o gruesos, con un contacto hacia el interior difuso, o por contra, presentar una delimitación precisa.

Del mismo modo su descripción, al margen de qué litología lo constituya, nos puede aportar informaciones muy útiles, tanto sobre procesos postdeposicionales, como del posible transporte, que hayan sufrido los sílex desde su afloramiento natural, hasta la zona donde los hemos recuperado.

Así pues, el córtex puede registrar las evidencias de puntos de impacto, en forma de “U” o de “V”, fruto del transporte por carga de fondo de este material, entre los cantos

rodados de un río. Del mismo modo, algunos materiales silíceos pueden aparecer con un aspecto cortical pulido, fruto también del desgaste producido por las corrientes de agua y las partículas abrasivas, que éstas transportan en suspensión. Así pues, una descripción macroscópica de estos elementos, nos puede indicar que debemos orientar nuestras prospecciones hacia cursos fluviales, para localizar los afloramientos de tipo secundario, donde el grupo prehistórico se aprovisionaba.

El transporte por el hielo puede también evidenciarse en los córtex, mediante la documentación de estrías o surcos, profundos y paralelos, como acontece con los sílex de los “*tills*” de la costa norte de Inglaterra, originarios de Escandinavia.

En el córtex también puede quedar constancia de trazas térmicas, como los denominados mosaicos (“*craquelées*”) y las cúpulas térmicas, que nos permiten reconocer que el material silíceo ha sufrido un proceso de cremación. Ante esta evidencia, debemos tomar en consideración que otros de los parámetros observables, como el brillo o el color del resto lítico, no tienen porque responder a las mismas características que tendrían en estado original, ya que pueden ser el fruto de la alteración térmica. De este modo, evitaremos caer en el error de crear un tipo de sílex diferente, y por tanto de un origen distinto a otro, la procedencia del cual, ya conocemos.

Finalmente, el córtex –como el resto de la muestra silícea- puede también recoger evidencias de las concreciones, los depósitos minerales y las pátinas postdeposicionales, que pueden modificar el aspecto original de los materiales, e inducirnos a errores de atribución, o incluso imposibilitarnos la observación macroscópica.

Por otro lado, la zona subcortical suele ser, a menudo, el lugar en el que se localizan concentraciones de minerales relictos, vinculados con antiguas circulaciones intersticiales de fluidos. Así pues en esta zona, los colores comprendidos en la gama de los amarillos y los pardos, los rojizos y los morados, suelen ser indicativos de la antigua presencia de fluidos cargados de hierro, que han circulado en un medio sedimentario en condiciones oxidantes; mientras que las trazas negras, suelen ser generalmente restos de manganeso, o de materia orgánica, preservada en condiciones anaeróbicas.

2.1.1.2.- El color.

El primer elemento propiamente interno en que suelen centrar su atención los arqueólogos, para establecer las caracterizaciones macroscópicas del sílex, es el color.

Este parámetro, como veremos, puede resultar útil en ocasiones, aunque también ha sido fuente de la gran mayoría de errores, al ser utilizado indiscriminadamente como único criterio de clasificación. Esto es así, porque el abanico de posibilidades colorimétricas observables en el sílex es prácticamente infinito. A pesar de esta gran variabilidad, podemos agrupar los colores en grandes conjuntos. De este modo, entendiendo el color en sentido amplio, es a menudo un elemento importante, que nos puede aproximar a establecer la génesis del sílex.

Según Séronie-Vivien y Séronie-Vivien (1987), los sílex de intensa coloración gris o negra, nos pueden indicar que se han formado en medios sedimentarios reductores, es decir, sin la presencia de oxígeno, en los cuales la materia orgánica no ha sufrido alteraciones importantes; mientras que los sílex de coloración amarillenta y rojiza corresponden, generalmente, a medios de formación en condiciones oxidantes.

Del mismo modo, los sílex de tonalidades claras, en especial el gris claro, puede vincularse con una débil difusión de hierro férrico, o en la mayoría de los casos, con una elevada porosidad del medio, hecho que implica una alta difracción de la luz. Mientras que los sílex translúcidos, con ligeros tintes amarillos, rosados, grises o azulados, suelen corresponder a sílex formados en medios lacustres, en los cuales la composición suele estar dominada por la calcedonia -sílice fibrosa- (ejemplo de esta circunstancia la hemos podido documentar en los sílex terciarios lacustres garumnienses utilizados durante el Paleolítico y Epipaleolítico de la Cova del Parco).

2.1.1.3.- Las estructuras sedimentarias.

No es raro observar en el sílex determinadas microestructuras sedimentarias, que nos dan testimonio del medio en el cual la roca se ha originado. Este hecho puede ser muy importante para la determinación del origen de determinados sílex, como por ejemplo, la granoclasificación textural que podemos observar en el caso del *flysch* pirenaico (Séronie-Vivien y Séronie-Vivien, 1987).

Esta granoclasificación, observable a simple vista, nos ha permitido definir como *flysch* pirenaico uno de los materiales silíceos tallados recuperados en el yacimiento al aire libre de Montlleó (La Cerdaña).

Otras estructuras sedimentarias, que generalmente podemos reconocer a simple vista, son los denominados “anillos Liesegang”, como hemos mencionado ya en el capítulo precedente.



Fig.9. Nódulo de sílex con anillos Liesegang del afloramiento de Castelló de Farfanya (foto del autor).

Del mismo modo, las morfologías que adoptan determinados nódulos de sílex, rellenando la porosidad que las bioturbaciones han generado en el estrato sedimentario original, nos pueden indicar las condiciones originales de sedimentación, como hemos podido documentar en una bioturbación silicificada, perteneciente al conjunto de afloramientos de Castelló de Farfanya en la Noguera.

2.1.1.4.- Los fósiles o componentes esqueléticos.

La observación macroscópica de los restos de cualquier industria lítica puede proporcionarnos valiosísima información sobre el medio sedimentario en que el sílex se formó, ya que no es rara la recuperación de fósiles.

Generalmente se trata de fósiles de naturaleza caliza, ya que si bien los fósiles silíceos resultan francamente abundantes, suelen aparecer muy maltrechos debido a los procesos diagenéticos que originan las rocas silíceas. Por este motivo, la mayor parte de las veces no es posible identificarlos mediante la observación macroscópica.

Entre los fósiles calizos documentados en el sílex podemos hablar de microfósiles, como los moluscos (gasterópodos y bivalvos) de tamaño centimétrico, como los que pudimos observar en muestras procedentes del taller lítico de Son Real en Mallorca (Hernández-Guasch et al, 2000) o en el yacimiento magdaleniense de Montlleó (La Cerdaña).



Fig. 10. Fragmento de bivalvo observado con lupa binocular procedente de los materiales del taller lítico de Son Real (foto del autor).



Fig. 11. Gasterópodo macroscópico observado con lupa binocular, muestra procedente del yacimiento de Montlleó (foto del autor).

Del mismo modo, la observación macroscópica nos puede aportar las evidencias de mesofósiles, en este caso de tamaño milimétrico, como ostrácodos, briozoos y grandes foraminíferos. Estos foraminíferos, que hemos documentado en muchos de los tipos de sílex que hemos observado, suelen ser difícilmente identificables, a causa de su mal estado de conservación. Como sucede con un tipo de sílex con microfósiles, documentado en el nivel epipaleolítico geométrico de la Cova del Parco, o con los foraminíferos observados entre los materiales silíceos de la Balma del Gai.



Fig.12. Foraminífero del sílex con fósiles del nivel geométrico de la Cova del Parco (foto del autor).

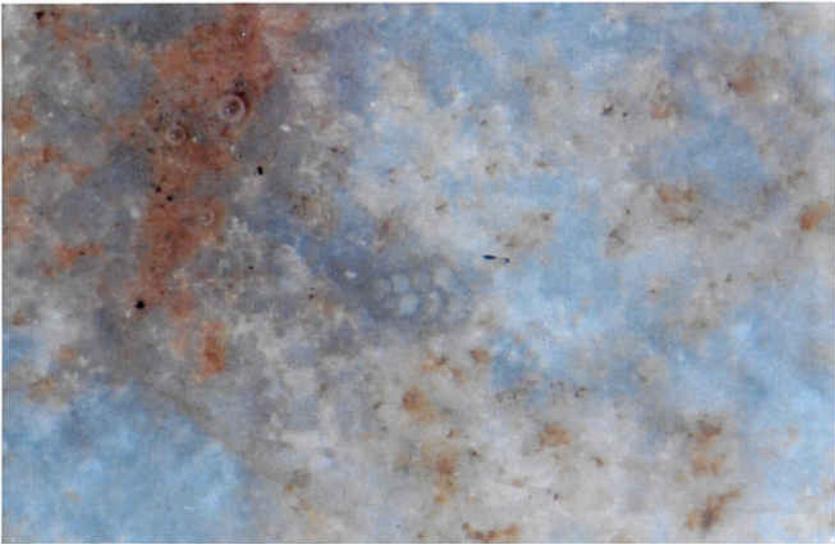


Fig.13. Visión con lupa binocular de un foraminífero en el sílex de la Balma del Gai (foto del autor).

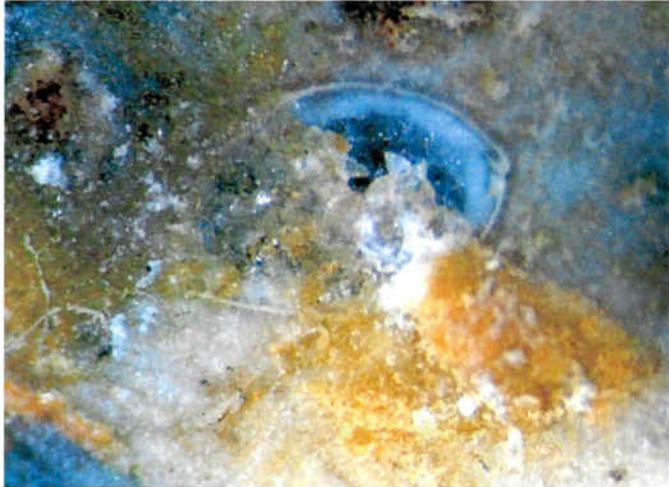


Fig.14. Sección transversal de ostrácodo de un sílex del yacimiento de Montlleó (foto del autor).

Los fósiles observables a simple vista no se limitan a restos de animales, también algunas algas, en especial las carofíceas (algas de aguas dulces) son susceptibles de dejar registro fósil en el sílex, tanto a través de fragmentos de tallo como de oogonios.

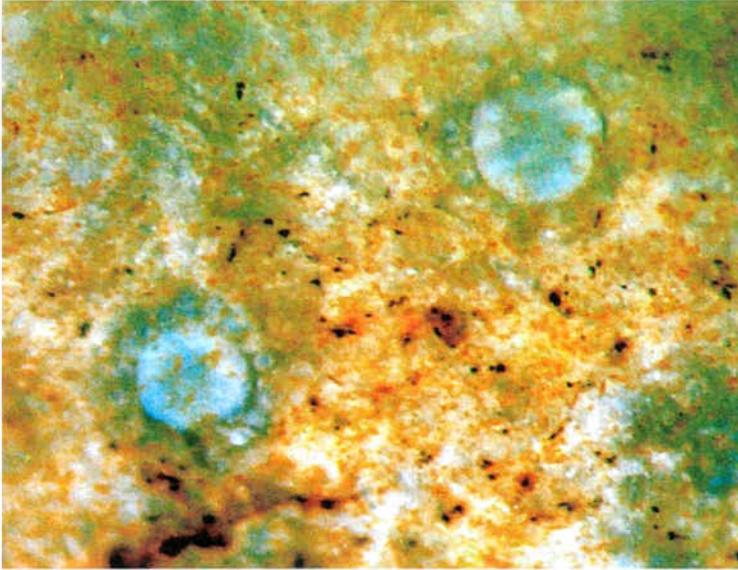


Fig. 15. Sección transversal de tallos de algas carofíceas vistas con la lupa binocular (foto del autor).

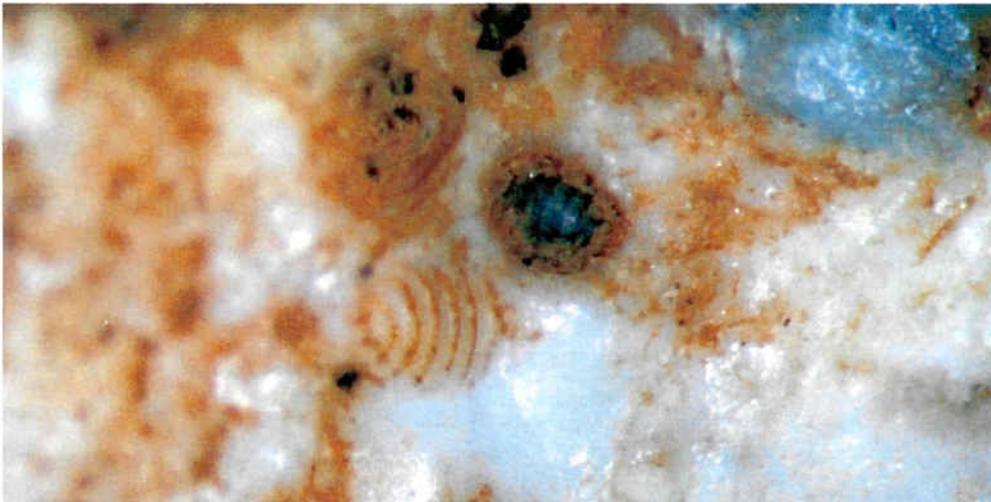


Fig. 16. Oogonios de algas carofíceas, observados con lupa binocular entre los materiales del taller lítico de Son Real (foto del autor).

Finalmente el registro fósil puede conservar elementos indirectos, que nos testimonien la presencia de seres vivos, nos referimos a componentes no esqueléticos, producto del metabolismo de los seres vivos, o que se producen por precipitación química relacionada con la actividad orgánica. Se trata de pelets y ooides.



Fig. 17. Textura de peloides observable con binocular en una muestra de la Balma del Gai (foto del autor).

Todos estos elementos nos pueden ser de gran ayuda para la caracterización de las muestras de sílex, dadas las especificidades ecológicas de estos restos fósiles, y las incompatibilidades existentes, entre algunos de ellos.

2.1.1.5.- La mineralogía.

Finalmente, una buena observación macroscópica debe fijar su atención en los posibles minerales, tanto silíceos como accesorios, visibles a simple vista como: la calcedonia, la pirita, los granos de cuarzo clástico, o los pseudomorfos de yeso.

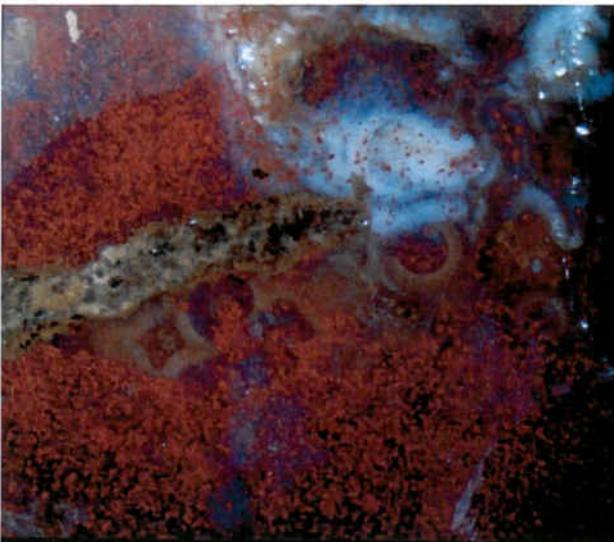


Fig.18. Calcedonia y hematites observadas con lupa binocular. Características de numerosos sílex de la Balma del Gai (foto del autor).



Fig 19. Pseudomorfo lenticular de yeso observado con binocular.
Taller lítico de Son Real (foto del autor).

Todos estos minerales pueden indicarnos las condiciones de formación del sílex, (el yeso, por ejemplo, nos indicaría un ambiente de formación evaporítico) o los procesos de alteración que puede haber sufrido, como nos muestran los pseudomorfos de cristales de calcita/dolomita observados en un sílex de origen desconocido recuperado entre los materiales de la Balma del Gai.

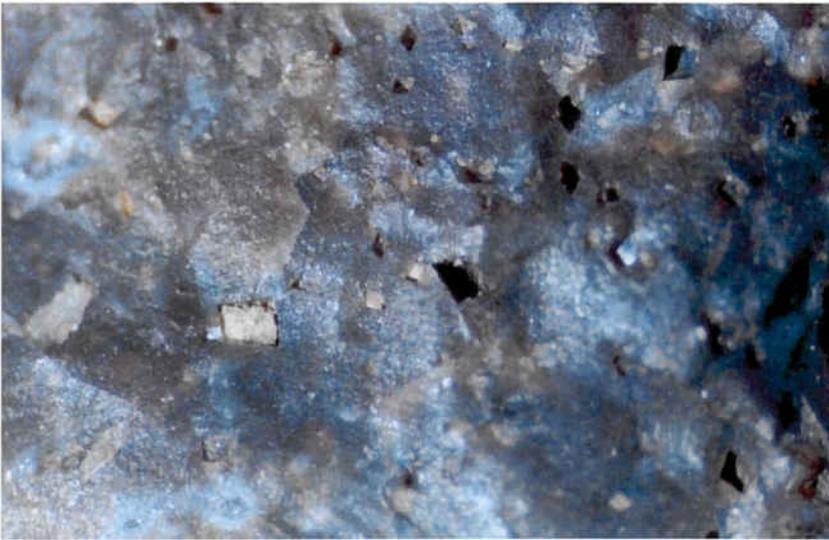


Fig.20. Cristales pseudomorfos de calcita/dolomita, observables con lupa binocular (foto del autor).

2.1.2.- Valoración de la técnica macroscópica.

La técnica macroscópica ha sido ampliamente utilizada por los arqueólogos para llevar a cabo la clasificación de los probables orígenes de los materiales recuperados en los yacimientos. Esta técnica ha sido al mismo tiempo muy criticada, por algunos

investigadores, por la subjetividad que presenta. Nosotros nos sumamos a estas críticas, siempre y cuando sea la macroscopía, la única técnica utilizada. Esta técnica, no puede considerarse como válida sino se acompaña de una intensa labor de prospección sobre el territorio, a la búsqueda de los posibles afloramientos de donde el material era captado. Sin embargo, nosotros creemos que es fundamental abordar cualquier estudio sobre la caracterización del sílex a partir, inicialmente, de este procedimiento, ya que nos permite familiarizarnos con las características generales, y las alteraciones, que el conjunto del material presenta. La comparación macroscópica, entre muestras arqueológicas y geológicas, no es pues una labor inútil.

Del mismo modo, la observación macroscópica nos puede caracterizar, en parte, las producciones líticas en función, por ejemplo, del porcentaje de córtex que presentan los materiales.

Numerosas aproximaciones al sílex, de uno o varios yacimientos, han sido llevadas a cabo, con mayor o menor éxito, utilizando alguno de los criterios macroscópicos que hemos estado enumerando. Sin embargo, pocos son los estudios, que basados en estos criterios merezcan nuestra atención. Sólo nos interesan aquellos acompañados de prospecciones sobre el terreno. Como ejemplos de este tipo de trabajos, basados en caracteres macroscópicos, es necesario destacar los de la Cuenca de Brive por P.Y. Demars (1982), los de M. Mauger (en Taborin, 1994) sobre el origen de los materiales silíceos utilizados por los habitantes magdalenenses d'Ile-de-France y los de Takács-Biró (1997) sobre la Cuenca Cárpatha. Dichos trabajos se basaron mayoritariamente en muestreos masivos, y por ello, a pesar de ser clasificaciones visuales, permitieron la realización de importantes litotecas regionales, que han sido la base fundamental para el desarrollo de análisis posteriores.

2.1.3.- La ficha de inventario macroscópico.

La necesidad de llevar a cabo un registro exhaustivo de todos los parámetros observables macroscópicamente, ha generado la aparición de una variedad de fichas de inventario (Malissen, 1977; Masson, 1979, 1981; Simmonet, 1979; Séronie-Vivien y Séronie-Vivien, 1987; Tarrío y Ulibarri, 1992; Sozzi y Vannucci, 1996). De todas éstas, tomamos aquellos elementos que nos parecieron más interesantes, y creamos nuestra propia ficha (Mangado, 1997,1998) para establecer los posibles caracteres

discriminantes, entre los distintos materiales silíceos que analizábamos de cada yacimiento.

En la ficha podemos diferenciar tres partes.

.- 1ª parte: En este apartado se recogen los datos generales de inventario del resto lítico, es decir, el número de inventario macroscópico, juntamente con el número de resto lítico que le corresponde del yacimiento y el cuadro en el que apareció.

.- 2ª parte: En este apartado centramos nuestra atención en todos aquellos aspectos más “externos” del resto lítico, como pueden ser la distribución del color, la pátina, el córtex y el tipo de rodamiento del mismo. Estos parámetros son fácilmente observables.

.- 3ª parte. Se trata de la última parte de la ficha en la que tomamos en consideración aquellos elementos “menos” visibles del resto analizado. Por un lado, consideramos aquellos aspectos más cualitativos desde el punto de vista macroscópico, como serían el tamaño del grano, o la superficie del sílex. En función de los valores que atribuimos a ambas variables establecemos el concepto, totalmente subjetivo, de “calidad” del sílex.

Por otro lado, también tomamos en consideración, en este tercer apartado, aquellos elementos que requieren para su observación de la lupa binocular, como son determinados tipos de fósiles y de inclusiones.

Número de inventario		Número de pieza			Cuadro	
Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	

Fig. 21. Modelo de ficha macroscópica utilizada.

Retomando el concepto de “calidad”, queremos hacer mención de un hecho a nuestro entender significativo. La calidad de un sílex es uno de los parámetros que más tinta ha hecho verter en la bibliografía centrada en la caracterización de este material, por parte de los propios arqueólogos. Queremos hacer mención de que esta “calidad”, es un elemento totalmente subjetivo (somos nosotros mismos los que atribuimos al material

una buena o mala calidad); ya que todo sílex se caracteriza por su textura criptocristalina y por la fractura concoidal (los geólogos no hablan de sílex de buena o mala calidad). Así el concepto de “calidad” es un parámetro mental, que nosotros mismos establecemos, en función tanto de nuestra habilidad como talladores, como a partir del elemento lítico que queremos realizar. De este modo es evidente que, determinados sílex, responden mejor a determinados procesos técnicos que otros. A la pregunta de si un sílex es de mejor calidad que otro, como arqueopetrólogos debemos responder que depende, por un lado del tallador, y por otro lado, de qué utensilio queramos confeccionar.

2.2.- LA PROSPECCIÓN DE CAMPO.

El párrafo anterior nos introduce en una nueva cuestión, que debemos tener presente, ante cualquier intento de caracterización de los materiales pétreos arqueológicos y sus fuentes de aprovisionamiento. No podemos olvidar algo fundamental para conseguir nuestro objetivo, nos referimos al trabajo de prospección del territorio. El arqueopetrólogo debe ser un hombre de campo, ya que el primer problema con el que nos encontramos es la contextualización geográfica/geológica del yacimiento en estudio (Simmonet, 1979; Carrión y otros, 1998).

Los mapas geológicos se realizan para responder a los intereses de los geólogos. Los mapas se encuentran, generalmente, a una escala excesivamente grande (1:50000) y por este motivo, la mayoría de los depósitos de carácter secundario de pequeño tamaño (derrubios de vertiente, terrazas fluviales), o no suelen aparecer cartografiados, o no muestran descripciones sobre las litologías que presentan. Estos depósitos suelen incluirse en las formaciones geológicas principales.

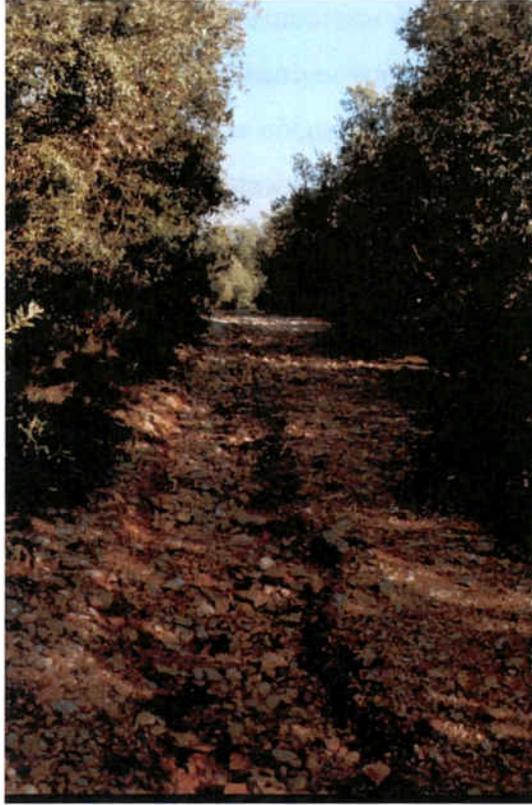


Fig. 22. Afloramiento secundario de Can Rovira del Brull (foto del autor), con gran cantidad de sílex.

Este lugar no aparece referenciado en ninguna cartografía existente.

Los arqueopetrólogos nos vemos obligados a iniciar cualquier estudio sobre las áreas de captación de los recursos abióticos, a partir de la elaboración de nuestro propio registro geológico. Posteriormente, la comparación sistemática entre muestras procedentes de los afloramientos geológicos documentados, y muestras del yacimiento arqueológico, mediante distintas técnicas de análisis, nos permitirán inferir hipótesis interpretativas, de orden cultural, a partir de la caracterización de los fenómenos naturales observados.

Este registro geológico supone un esfuerzo considerable, ya que debe ser exhaustivo. Con este fin recurriremos a la recogida del máximo de información geográfica y geológica publicada del área. A menudo, distintas ediciones de un mismo mapa geológico, pueden presentar memorias explicativas con informaciones diferentes. Por otro lado, la toponimia puede en ocasiones indicarnos la presencia del material que andamos buscando.

Un elemento fundamental, según nuestra propia experiencia, para localizar posibles puntos de afloramiento de materias primas, es obtener información de todas aquellas personas, que por motivos diversos, conocen el área que nos proponemos estudiar. Así

puede resultarnos mucho más útil una conversación con algún aficionado local a la arqueología, o con algún geólogo, que se encuentre realizando algún trabajo de campo, que no la búsqueda directa de la información en los mapas, que como hemos indicado anteriormente, no suelen recoger los afloramientos de pequeño tamaño.

En segundo lugar, debemos llevar a cabo la prospección propiamente dicha del territorio, para documentar todos los depósitos conocidos a partir de la información previamente recogida. Esta prospección debe contemplar tanto los depósitos que en origen pueden presentar sílex, y que denominaremos afloramientos primarios (estratos calizos, series conglomeráticas, niveles de yesos), como aquellos depósitos en los cuales el sílex puede encontrarse en posición secundaria, y que denominamos afloramientos secundarios (como ocurre en el caso de las playas, las terrazas fluviales y los depósitos de vertiente).

Otro elemento a tener en cuenta, en el caso de la prospección sobre las terrazas fluviales, es que a lo largo de la historia los ríos pueden haber sufrido importantes modificaciones de su curso y de los materiales que transportan; por este motivo, resulta del todo imprescindible no limitarse a la prospección en el lecho actual del río. Una revisión de las terrazas superiores del mismo río, puede ser de gran ayuda para valorar posibles modificaciones en los materiales transportados.

Cada depósito localizado debe ser descrito y muestreado, referenciándose toda la información en fichas de muestreo especialmente diseñadas para ello, y en las cuales debemos hacer constar el máximo de información posible.

Finalmente, las muestras que recuperemos deben ser identificadas e individualizadas correctamente con las fichas de inventario, para no llevarnos posteriormente a confusión en el trabajo de laboratorio.

2.2.1.- La ficha de registro de la prospección.

La necesidad de ser rigurosos en la recogida de información es fundamental en nuestra investigación. Por un lado, la visita de afloramientos geológicos nos permite valorar aspectos tan importantes como pueden ser: el tipo de córtex original en la formación geológica, o la accesibilidad a los recursos por parte de las comunidades prehistóricas, en función de cómo estos recursos se manifiestan en el medio natural. Por otro lado, las labores de prospección comportan un problema obvio, nosotros no tenemos el campo al lado del laboratorio. En consecuencia, la verificación de cualquier aspecto que no haya

quedado suficientemente especificado en una visita al afloramiento, hará necesaria otra visita, con lo que esto implica de incremento de coste económico y de mala gestión del tiempo de trabajo. Por este motivo creamos nuestra propia ficha de registro de los afloramientos (Mangado, 1997, 1998) basándonos en los trabajos de autores anteriores (Malissen, 1977; Masson, 1979, 1981; Simmonet, 1979; Séronie-Vivien y Séronie-Vivien, 1987; Tarrío y Ulibarri, 1992).

Esta ficha, que presentamos a continuación, se dividió en dos apartados principales.

1.- datos de registro. Este apartado inicial hace referencia a la información de gestión del afloramiento, incluye diversos apartados como: autor de la ficha, nombre del afloramiento, término municipal y comarca en la que se halla, así como una localización descriptiva de cómo llegar hasta el mismo.

2.- El contexto geológico. Este apartado recoge todos los aspectos relacionados con el propio afloramiento.

En primer lugar, definimos el tipo de depósito (primario/secundario). Y en caso de poder definirlo, establecemos el medio de formación y la posible edad de los materiales.

En segundo lugar, caracterizamos la modalidad de afloramiento, es decir, intentamos hacer una valoración de la accesibilidad al recurso por parte de las comunidades prehistóricas. Algunos afloramientos actuales no eran accesibles durante la Prehistoria, como sucede con aquellos que hemos podido documentar debido a cortes estratigráficos actuales, que se relacionan con la implantación de la red viaria.

En tercer lugar, describimos la morfología del afloramiento. En este apartado caracterizamos la litología de las formaciones encajantes, en las que se documenta la presencia del recurso. Posteriormente, caracterizamos la morfología y el tamaño de los propios recursos, así como sus alteraciones. Este apartado es fundamental para establecer posteriormente valoraciones sobre el uso potencial de un determinado afloramiento, por parte de un grupo humano, ya que la naturaleza del recurso debió constituir un elemento fundamental en la elección del mismo, por parte de las comunidades prehistóricas. De este modo, podemos interpretar que recursos cercanos a un yacimiento no fueron utilizados, por no reunir unas características aptas para responder a las necesidades de la comunidad en estudio.

El apartado siguiente recoge una primera aproximación macroscópica al material silíceo. Con la ayuda de una lupa de campo definimos los principales caracteres observables del material, como puede ser el córtex, la textura del sílex, las inclusiones y los fósiles. De

este modo, podemos iniciar un registro de materiales, que posteriormente nos puede ayudar en nuestra clasificación macroscópica de los elementos arqueológicos.

El último apartado que recogemos en este contexto geológico es la documentación de posibles actividades arqueológicas en la zona. Este elemento nos puede ayudar a establecer la explotación del recurso durante la Prehistoria, a partir de la documentación de posibles actividades extractivas, o de manipulación del recurso.

Finalmente, un croquis del lugar, así como algunas fotografías de identificación, es un elemento a tener en cuenta.

Cada uno de los apartados mencionados incluye un campo reservado a las observaciones. Este campo nos parece crucial, ya que anotar aquellos elementos que nos llamen la atención puede posteriormente ser de gran ayuda.

1.- DATOS DE REGISTRO			
Autor ficha	Nombre afloramiento	Término municipal	Comarca
Localización descriptiva			
Observaciones			

2.- CONTEXTO GEOLÓGICO				
Depósito primario			Depósito secundario	
Nivel geológico			Vertiente	Terraza fluvial
Cornisa	Vertiente	Llano	T0/T1/T2/T3	
Medio sedimentario	Continental	Marino	Lacustre	Salobre
Era:		Sistema:		Piso:
Observaciones				
MODALIDAD DE AFLORAMIENTO				
Roca caja poco afectada por la erosión			Superficies desmanteladas por erosión	
Pared rocosa	Grada rocosa		Erosión natural	Erosión antrópica
Observaciones				
MORFOLOGÍA Y LITOLOGÍA DE LAS FORMACIONES ENCAJANTES				
Calizas	Dolomías	Margas	Yesos	Areniscas
Cuarzoarenitas	Conglomerados	Arcillas	Aluviones	Coluviones
Observaciones				

MORFOLOGÍA Y TAMAÑO DE LOS MATERIALES SILÍCEOS					
Estrato continuo	Nódulos	Cantos rodados	Plaquetas	Lajas	
Grosor	Regular/irregular	Esféricos/subesféricos	Aplanadas/angulosas/subangulosas		
Observaciones					
ALTERACIONES DEL MATERIAL SILÍCEO					
Fracturación			Patinación		
Tectónica	Térmica	Crioclastia	Marginal	Dominante	Total
Observaciones					
CARÁCTERES MACROSCÓPICOS DEL MATERIAL SILÍCEO EN AFLORAMIENTO					
Córtex		Textura	Inclusiones	Fósiles	
Primario	Secundario	Homogénea/heterogénea	Óxidos minerales	Macrofósiles	
% de córtex		Bioclástica/oolítica	Relictos carbonatados	Mesofósiles	
Grado de rodamiento		Azoica	Minerales detriticos	Microfósiles	
Observaciones					
DOCUMENTACIÓN DE ACTIVIDADES ARQUEOLÓGICAS					
Actividades extractivas			Actividades de manufactura		
Estructuras mineras	Útiles mineros		Percutores	Restos de talla	Útiles rotos
Estructuras de hábitat	Cerámica		Hogares		Restos faunísticos
Observaciones					
Número de croquis			Número de fotografías		

Fig. 23. Ficha de registro de la prospección.

2.3.- LA CARACTERIZACIÓN MICROSCÓPICA. LA PETROGRAFÍA.

2.3.0.- Introducción.

Como hemos visto en un apartado precedente, la caracterización macroscópica ha sido la técnica más comúnmente utilizada, por los prehistoriadores, para la clasificación y caracterización de los restos de naturaleza lítica, recuperados en los yacimientos arqueológicos. Sin embargo, los geólogos, desde hace décadas, gracias a la petrología, han definido y caracterizado las rocas sedimentarias, y entre ellas las rocas silíceas, de manera precisa (Cayeux, 1929; Tarrío, 1998).

Petrología es un término muy amplio que encuadra el estudio de la historia natural de las rocas, su mineralogía, fábrica, origen y alteraciones (Tomkeieff, 1983). Es también un término aplicable a la técnica de describir las rocas, tanto en muestra de mano, como más particularmente, en lámina delgada. En este último caso, el término más apropiado es petrografía (McK.Clough y Woolley 1984). Por este motivo nuestro trabajo, si bien lo hemos definido como un estudio petrológico, ya que utilizamos tanto la descripción de muestras de mano como la descripción microscópica, tal vez debería definirse más particularmente como un estudio de caracterización petrográfica, pues consideramos que el término petrológico, puede resultar demasiado ambicioso para el mismo, teniendo en cuenta el valor relativo que hemos otorgado a las descripciones macroscópicas.

A pesar del desarrollo alcanzado por esta ciencia, los prehistoriadores, formados en un ámbito universitario organizado, fundamentalmente, alrededor de las ciencias humanas, aún denominamos y clasificamos las rocas, y entre ellas las silíceas, de manera anárquica y a menudo inconsecuente. En defensa de los prehistoriadores podemos aducir que, todas las definiciones de las rocas silíceas descansan sobre observaciones microscópicas, y ésta es una escala de observación para nada utilizada, tradicionalmente, en el ámbito de nuestras ciencias.

Sin embargo, el desarrollo y la aplicación de los estudios de petrografía arqueológica deben considerarse como fundamentales en la praxis arqueológica actual, ya que han hecho más fácil, para el prehistoriador, evaluar los instrumentos líticos como evidencias tangibles de las capacidades económicas y conocimientos técnicos de los grupos humanos prehistóricos. A nuestro entender, estos estudios resultan fundamentales, ya

que cualquier intento de valoración de los artefactos en términos humanos y culturales, más allá de la simple categorización tipológica de los mismos, debe basarse -en parte- en dichos resultados, pues uno de los propósitos de los análisis arqueopetroológicos reside en la identificación de las fuentes de materias primas que fueron explotadas, y en la medida de lo posible, en la atribución de dichos artefactos líticos a sus fuentes geológicas. De este modo, podemos aproximarnos a la dimensión espacial de la relación entre el medio natural existente y el territorio de explotación económica utilizado por determinado grupo humano.

Como hemos visto en el capítulo primero, en el que centramos nuestra atención en la definición de las rocas silíceas, los sílex nodulares son el resultado de un proceso diagenético, o de reemplazamiento, generalmente de carbonatos, y es a partir del uso de técnicas de análisis específicas de esta categoría de rocas, que podremos conducir nuestro trabajo sobre bases científicas, ya que la escala microscópica nos permitirá leer mucha información, que dado las características constitutivas de las rocas silíceas, no nos es posible determinar macroscópicamente.

Como prehistoriadores debemos ser muy conscientes que, al margen de la finalidad de nuestro estudio -aproximación a los sistemas económicos de gestión de los recursos minerales por parte de las comunidades prehistóricas-, será la precisión de los análisis, y la claridad en el lenguaje descriptivo, lo que en buena parte dotará de valor a nuestras conclusiones, que a su vez serán transmisibles y comprensibles por otros especialistas, incrementando de este modo, el corpus de nuestro conocimiento científico del pasado humano.

La utilización del microscopio para la caracterización del sílex, queda plenamente justificada por las ventajas que supone su aplicación en dos campos: la petrografía y la micropaleontología.

La **petrografía** se basa en los análisis texturales y mineralógicos que nos informan de los constituyentes de la roca y de la forma cómo estos minerales se presentan en el material. El otro método de estudio, que participa de las técnicas microscópicas, es la micropaleontología, es decir, la determinación mediante la observación a altos aumentos de los elementos paleontológicos, no observables a simple vista, y que pueden haberse conservado en la textura silícea.

La petrografía y, en parte, la micropaleontología, se basan en el estudio por medio del microscopio polarizante sobre láminas delgadas. Esta escala de análisis microscópico

pensamos que merece un cierto grado de atención en este trabajo, ya que ha sido la técnica a la que hemos recurrido para establecer las características de los materiales arqueológicos y geológicos que hemos estudiado.

Creemos conveniente proporcionar cierto número de indicaciones, tanto sobre el propio aparato del microscopio óptico, como sobre los conceptos petrográficos básicos, para una mejor comprensión del valor de utilizar la técnica microscópica en esta caracterización de materiales arqueológicos.

2.3.1.- El microscopio polarizante.

El uso del microscopio empezó a generalizarse en la cristalografía y la mineralogía a partir de 1858, momento en que el naturalista inglés Henry Clifton Sorby inició la confección de preparaciones microscópicas de minerales y rocas, bajo la forma de láminas delgadas (Labor ed, 1968).

El microscopio polarizante, es un microscopio óptico destinado al estudio y la determinación específica, mediante la luz polarizada, de minerales y rocas preparadas en forma de láminas delgadas. Estos estudios microscópicos son posibles gracias al principio de que los minerales transparentes son cuerpos anisométricos, es decir, en éstos, las propiedades ópticas, entre otras, varían con la dirección en que la luz se propaga. Al atravesar un cristal mineral la luz se desdobra en dos rayos (uno ordinario y otro extraordinario), polarizados en dos planos perpendiculares. Así para una orientación dada, cada cristal presenta dos índices de refracción de la luz, que corresponden a cada uno de los rayos polarizados. Este fenómeno constituye el fundamento sobre el que reposa la identificación de los distintos minerales. Por ello, este microscopio consta de dos polarizadores, uno fijo (propriadamente denominado polarizador) bajo la platina, y otro de móvil (por tanto extraíble) que recibe el nombre de analizador, y que se encuentra entre el objetivo y el ocular, de modo que los dos planos de polarización forman un ángulo recto. (Doce, 1988; IEC, 1997)

En este apartado intentaremos, de manera sencilla y resumida, establecer cuáles son los elementos en que se basa el estudio petrográfico, qué podemos observar gracias al microscopio, y qué nos ha sido útil para la identificación y caracterización de los materiales.

2.3.1.1.- La lámina delgada.

La microscopía óptica, o de luz transmitida, en adelante MLT, se basa en el estudio mediante la preparación de láminas delgadas, de las características ópticas de los minerales que se encuentran en una roca. El estudio microscópico pone de manifiesto cuáles son y qué características presentan, los minerales que constituyen la roca que estamos estudiando.

El análisis de una lámina delgada contempla, por un lado, el estudio de los minerales de manera individualizada (identificación mineral, tamaño, etc.); por otro lado, los analiza en su conjunto (estructura), así como las relaciones y disposiciones entre los mismos, que denominamos textura. Por este motivo, se convierte en un instrumento de importancia crucial cuando tratamos de relacionar los restos líticos de los yacimientos, con las áreas de procedencia geológica de las materias primas, ya que consideramos que materiales de unas mismas características deben presentar, en principio, un origen común.

Una lámina delgada no es más que una "loncha" de roca destinada al estudio microscópico. Sin embargo, la elaboración de una lámina delgada no resulta fácil, y más si tenemos en cuenta que el sílex, dada su composición fundamentalmente de cuarzo, es una de las rocas de mayor dureza de la naturaleza (7 en la escala de Mohs). Para llevar a cabo la preparación de una lámina delgada, es menester obtener una superficie a analizar, mediante la utilización de una sierra de disco de diamante. La superficie obtenida debe pulirse hasta la consecución de un plano totalmente liso. Este plano se pega, mediante resinas sintéticas, a un portaobjetos. Posteriormente, se lleva a cabo el serrado del resto de la muestra, para obtener una segunda superficie paralela a la primera, que debe igualmente pulirse con una desbastadora de diamante, hasta reducir el grosor de la misma a unas dimensiones de entre 25 y 30 micras. La realización de láminas delgadas de este grosor se debe al hecho que la gran mayoría de minerales, a esta escala, se convierten en transparentes, y por tanto en cuerpos anisométricos, que como acabamos de ver, es el fundamento para su identificación al microscopio.

En algunas ocasiones el grosor de las láminas no ha rebasado los 3μ , para intentar definir con claridad la morfología de los granos de cuarzo del sílex. Sin embargo, la experiencia no ha resultado positiva, ya que como la textura principal de cuarzo documentada en el sílex es de orden microcristalino, resulta muy difícil valorar la morfología individual de un grano, por la presión que padece de los demás granos que lo rodean (Luedtke, 1992).

2.3.1.2.- Modalidades de observación.

Contamos con dos posibilidades de observación al microscopio petrográfico, que nos ayudan en el análisis textural, a reconocer la naturaleza de los constituyentes de la roca, y la ordenación entre ellos. Las características que podemos observar no son las mismas, según el uso de una u otra posición de observación, es la unión de ambas lo que nos permite la determinación precisa de los distintos minerales.

2.3.1.2.1.- Observación con luz ortoscópica.

En este primer tipo de observación, podemos diferenciar dos posiciones de la luz en la muestra:

.- Observación con luz ortoscópica paralela: en este caso la luz que pasa por el polarizador (bajo la platina), no sufre ningún tipo de alteración una vez que atraviesa la preparación. Este tipo de observación nos informa sobre las características de los cristales (longitud, forma, color y variaciones selectivas –pleocroismo-, etc.).

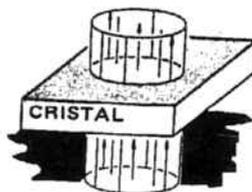


Fig. 24. Paso de la luz ortoscópica paralela a través de un cristal (Bloss, 1985).

.- Observación con luz ortoscópica cruzada: en esta posición de observación, junto con el polarizador, insertamos el analizador (sobre la platina). Este tipo de observación nos informa sobre el color de interferencia. Este color sólo se observa en los materiales anisótropos, es decir, aquellos materiales que presentan la característica de mostrar algunas propiedades variables según la dirección en que se les evalúa al microscopio. La anisotropía es una propiedad inherente a la materia cristalina, causada por el hecho que los átomos, los iones, las moléculas, no se ordenan de manera idéntica en todas las direcciones (IEC, 1997).

En posición de luz ortoscópica cruzada, o nícoles cruzados, los materiales isótropos presentan extinción total (por ejemplo, el ópalo). Los cristales anisótropos (por ejemplo, el cuarzo) presentan extinción total cuatro veces durante un giro completo de la platina. Si la extinción tiene lugar cuando una cara es paralela a los hilos de la cruz axial, hablamos de que la extinción es paralela o recta. Si en el momento de la extinción, la cara forma un ángulo determinado, hablamos de extinción oblicua. En este caso, podemos medir dicho ángulo de extinción, que resulta de gran interés para la identificación de los minerales.

2.3.1.2.2.- Observación con luz conoscópica.

Para este tipo de observación, junto con el polarizador y el analizador, debemos insertar la lente de Bertrand (lente condensadora). Además, es necesario el objetivo de mayor aumento. De este modo, sólo el rayo central de luz incide de manera normal sobre la preparación.

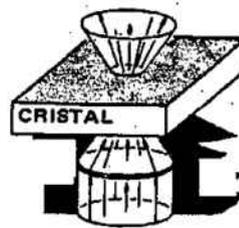


Fig. 25. Paso de la luz conoscópica a través de un cristal (Bloss, 1985).

Esta situación nos permite observar la figura de interferencia.

La figura de interferencia en los cristales uniáxicos consiste en dos barras negras, o isogiras, que se entrecortan en forma de cruz. Esta cruz es concéntrica con una serie de círculos isocromáticos.



Fig. 26. Representación de la figura de interferencia (Bloss, 1985).

Para reconocer el signo óptico (positivo o negativo), es necesario haber incorporado el compensador. El compensador, forma parte del sistema óptico; se trata de un cristal de cuarzo, especialmente tallado y orientado, que entra a 45° respecto al plano vertical del microscopio.



Fig. 27. Signos ópticos de los cristales uniaxiales (Chinchón, 1987).

2.3.2.- La petrografía del sílex.

2.3.2.1.-Principales texturas microscópicas.

Las rocas sedimentarias silíceas están constituidas mayoritariamente por minerales pertenecientes al grupo de la sílice. Los diferentes minerales de las rocas sedimentarias silíceas están esencialmente formados por tetraedros (SiO_4 -) de sílice (Masson, 1979, 1981), salvo el ópalo que es una variedad amorfa.

Las principales formas minerales de dicha sílice, aparecen caracterizadas óptica y cristalográficamente en la siguiente figura.

MINERAL	SIGNO ÓPTICO	SISTEMA CRISTALINO	SIGNO DE ELONGACIÓN	DRX
Cuarzo α	Uniáxico positivo	Romboédrico o hexagonal	+	cuarzo
Calcedonita	Biáxico positivo	Hexagonal	-	cuarzo
Cuarcina	Biáxico positivo	Hexagonal	+	cuarzo
Lutecita	Biáxico positivo	Hexagonal	+	cuarzo
Cristobalita	Uniáxico negativo	Cúbico o hexagonal	-	cristobalita
Tridimita	Biáxico positivo	Ortorómbico o hexagonal		tridimita
Ópalo A		Amorfo		Grado variable de organización cristalina

Fig. 28. Principales características ópticas y cristalográficas de los minerales de las rocas silíceas.

(Masson, 1979 – modificado por Terradas, 1995).

Los minerales de la sílice constituyen un grupo dentro de los tectosilicatos que no despertó especial interés, hasta la década de los años 70. En aquel momento, en el marco del proyecto estadounidense *Deep Sea Drilling Project* (Davies y Supko, 1972; Greenwood, 1973), aparecieron cantidades significativas de depósitos silíceos en los sondeos de los fondos oceánicos.

Entre estos minerales de la sílice podemos diferenciar por un lado el cuarzo alfa (α) y sus variedades fibrosas (calcedonita, cuarcina y lutecita). Por otro lado, contamos con

los denominados minerales opalinos (ópalo A, cristobalita y tridimita) que corresponden a sílice natural hidratada.

2.3.2.1.1.- El cuarzo α o sílice cristalina.

Es el mineral de la sílice más estudiado en todo tipo de rocas. En las rocas sedimentarias síliceas, presenta diferentes texturas que, sin embargo, han tenido un estudio poco difundido.

Debemos en primer lugar diferenciar entre:

LAS TEXTURAS FIBROSAS	Son aquellas en las cuales no podemos llegar a individualizar los cristales.
LAS TEXTURAS GRANULARES	Son aquellas en las cuales se pueden individualizar los cristales que las componen.

Siguiendo los trabajos realizados por M.A Bustillo (1976, 1983), podemos diferenciar tres grupos de texturas para el cuarzo: fibrosas, granulares y criptocristalinas.

La determinación del cuarzo y de sus variedades fibrosas (calcedonia) se realiza mediante el uso del microscopio polarizante, utilizando las características ópticas que nos define la Fig. 28 expuesta en la página anterior.

A.-Texturas fibrosas del cuarzo (calcedonia).

El elemento común a todas las texturas fibrosas es que están formadas por asociaciones de fibras, que a su vez, se encuentran constituidas por diminutos cristales de cuarzo, que no son discernible mediante la utilización del microscopio polarizante (Bustillo, 1976).

Es una fase presente en la práctica totalidad de las rocas síliceas aunque, casi siempre, aparece como constituyente minoritario (Tarrío, 1998).

El espacio comprendido entre estas fibras puede estar ocupado, en ocasiones, por pequeños glóbulos de ópalo (sílice amorfa hidratada) que, en consecuencia, encierran cierta cantidad de agua y de impurezas. Según Graestch (1994, en Tarrío, 1998) este porcentaje de agua puede oscilar entre un 0'5 y un 2% en peso. Por termogravimetría y espectrografía de infrarrojos Peltó (1956) y Frondel (1982) distinguieron la presencia de tres tipos de agua en este tipo de sílice, según recoge el trabajo de Tarrío (1998):

- .- Agua molecular que ocupa libremente los poros.
- .- Grupos (OH) que ocupan superficies internas y regiones con imperfecciones cristalinas.
- .- Grupos (OH) que ocupan posiciones estructurales.

Este ópalo de las fibras afecta al carácter translúcido, al índice de refracción de la luz, al peso específico de la calcedonia, e incluso, a la capacidad de la misma para absorber, o rechazar, iones, u otras impurezas de las disoluciones.

En otras ocasiones, este espacio implica la existencia de una cierta porosidad que, a su vez, puede aparecer rellena con diferentes tipos de soluciones (diferentes iones, materia orgánica).

De este modo, los bandeados de colores diversos, que a menudo podemos observar en el sílex, están en función de la cantidad de ópalo que estas láminas pueden encerrar, así como de la porosidad susceptible de ser ocupada por disoluciones de naturaleza diversa.

Estas texturas fibrosas del cuarzo pueden irradiar a partir de un centro, o núcleo, en un conjunto de 360 grados, y adoptar un aspecto que denominamos esferulítico. O bien, pueden crecer alrededor de una determinada dirección, formando sólo pequeños arcos o abanicos, como sucede en el caso del revestimiento de cavidades y fracturas de la “roca-encajante”, y que reciben el nombre de formas botroidales.

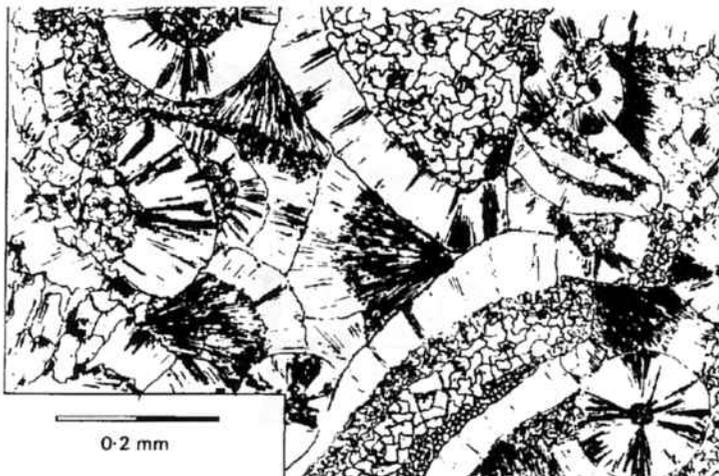


Fig. 29. Texturas fibrosas de aspecto esferulítico y botroidal (Greensmith, 1981).

En función de su elongación, es decir, de la disposición del eje C, o eje cristalográfico paralelo a las aristas de intersección de las caras, que en los cristales del cuarzo forman el prisma hexagonal, las texturas fibrosas se clasifican en:

CALCEDONIA de elongación negativa	<i>(length-fast chalcedony)</i>	CALCEDONITA
CALCEDONIA de elongación positiva	<i>(length-slow chalcedony)</i>	CUARCINA LUTECITA

La elongación de las fibras, es un aspecto observable al microscopio polarizante, y al mismo tiempo caracterizador de dichas fibras, que nos puede aportar información importante, por ejemplo, sobre el ambiente de formación de la textura fibrosa en cuestión. Si la textura se corresponde con un esferulito de calcedonita, nos será posible observar en el primer cuadrante un color de interferencia amarillo, mientras que en el segundo cuadrante nos aparecerá un color de interferencia azul. Por el contrario, si nos hallamos ante una variante de elongación positiva, ya sea ésta cuarcina, o bien lutecita, observaremos en el primer cuadrante del color de interferencia una tonalidad azul, y en cambio, el segundo cuadrante nos aparecerá amarillo.

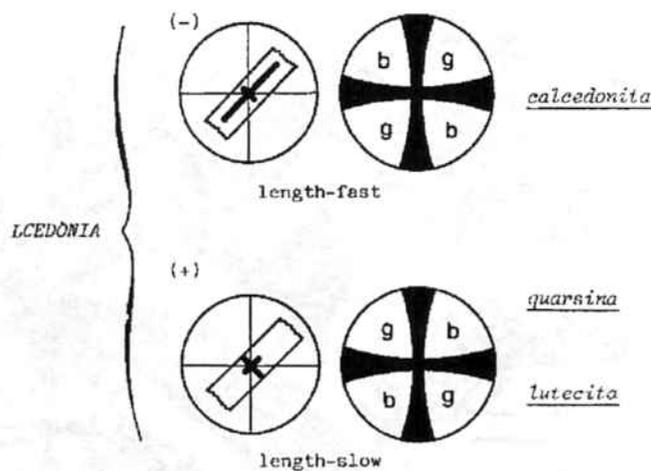


Fig. 30. Reconocimiento al microscopio de la elongación de las texturas calcedoníticas, mediante la observación del color de interferencia (Rosell et al, 1996).

A1.- Calcedonita o calcedonia *length-fast*.

Los diminutos cristales de cuarzo (4 a 5×10^{-6} m) (Aubry, 1975) se disponen con el eje C perpendicular a la dirección de crecimiento de la fibra. Ello se traduce en una elongación negativa del conjunto de fibras en la lámina delgada. En este tipo de calcedonia se observa, según Bustillo (1976), que las fibras adyacentes se extinguen a ángulos ligeramente diferentes. Este hecho se explica porque las fibras son perpendiculares a la superficie exterior general del esferulito, que es curva, y por tanto van cambiando de orientación.

Según la misma autora, también podemos explicarlo porque el eje C de los cristales irreconocibles del cuarzo adopte en el plano perpendicular a la dirección de crecimiento de la fibra diferentes posiciones, existiendo la posibilidad de variación entre fibras, o dentro de una misma.

La variación de estos cristales de manera regular, en una misma fibra, origina un nuevo tipo de calcedonita, denominada helicoidal (los cristales de cuarzo giran en hélice).

En inglés se conoce a la calcedonita con el nombre de *chalcedonite* o de *length-fast chalcedony*.

La calcedonita es la variedad de calcedonia más frecuente.



Fig. 31. Fibras de calcedonita (Cayeux, 1929).

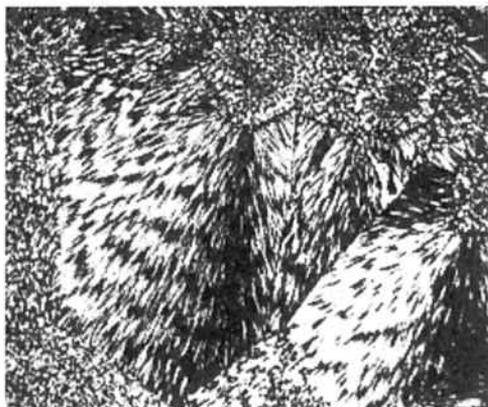


Fig. 32. Calcedonita helicoidal (Cayeux, 1929).

La calcedonita es una textura fibrosa que se origina, típicamente, en las substituciones en ambientes sedimentarios calizos aunque, muy raramente, puede aparecer también en ambientes de substitución sulfatados. La calcedonita helicoidal, por su parte, es una variedad muy rara, y que suele aparecer en el relleno de porosidad.

A2.- Cuarzina-Lutecita o calcedonia *length-slow*.

Los cristales de cuarzo, que constituyen las fibras, pueden presentar también elongación positiva (en inglés "*length-slow*"). En tal caso, el eje C se dispone paralelamente a la dirección de crecimiento de dichas fibras. Esta situación es relativamente poco frecuente, y suele asociarse típicamente con evaporitas, o bien litofacies que hayan reemplazado un precursor evaporítico.

La calcedonia de elongación positiva presenta dos variedades:

.- **Cuarzina.** El eje C de los cristales de cuarzo se dispone en la misma dirección de crecimiento que el de la fibra. De este modo, el eje C no tiene ninguna posibilidad de variación, no se observan diferencias de birrefringencia entre las fibras, o en el interior de las mismas, así pues los cristales fibrosos presentan extinción recta. Esta textura suele ser más frecuente en ambientes sulfatados que en calizos.

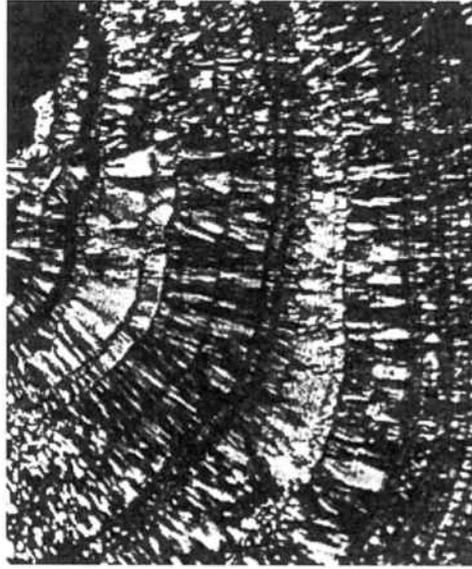


Fig. 33. Cuarcina (Cayeux, 1929).

.- **Lutecita.** En esta textura, el eje C de los diminutos cristales de cuarzo forma un ángulo de 29 grados con la dirección de la fibra, fenómeno que da lugar a morfologías parecidas a cristales hexagonales bipiramidales. La lutecita presenta un aspecto menos fibroso que la cuarcina.



Fig. 34. Lutecita (Cayeux, 1929).

Las dos características que la diferencian de la cuarcina son la forma más alargada de las secciones, y la existencia de dos sistemas de fibras entrecruzadas, que se extinguen siguiendo las zonas de elongación. Esta textura fibrosa del cuarzo es poco frecuente, sólo aparece bien formada en las rocas sedimentarias silíceas de ambientes sulfatados, tanto como textura de sustitución como de recristalización.

Aunque no es demasiado frecuente, es posible la formación de formas mixtas, en las cuales se dan los dos tipos de elongación (positiva y negativa). Esta situación restringida a la cementación de porosidad, indica el cambio en las condiciones ambientales del medio sedimentario original. En nuestro caso, esta "convivencia" de ambas texturas ha sido

puesta de manifiesto en algunas muestras procedentes de sílex pertenecientes a la facies garumniense y que han sido recuperados entre los materiales analizados en la Cova del Parco. Así como entre ciertos materiales arqueológicos analizados de Cardina I (MALP 5.19), y materiales geológicos pliocenos portugueses (C.V 4).

B.- Texturas granulares del cuarzo.

Son texturas formadas por cuarzo con las propiedades ópticas normales. Cuando se presenta de forma masiva se pueden distinguir dos tipos de mosaicos:

B1.- Mosaico sacaroides.

Mosaico de cristales irregulares y difusos, de tamaño fino, con extinción "en aguas" que recuerdan, hasta cierto punto, las texturas de las formas fibrosas, según el trabajo de Wilson de 1966 (en Bustillo, 1976) esta textura se da cuando las fábricas de cuarzo "funden" variedades de calcedonita.

B2.- Mosaico agregado.

Mosaico de cristales de contorno más rectilíneo, de tamaño más grande que los anteriormente descritos, y extinción uniforme. A veces, es posible observar las etapas sucesivas de crecimiento que denotan un claro idiomorfismo.



Fig. 35. Mosaico agregado. Esc: 100 μ m. (Bustillo, 1983).

Cuando estas texturas granulares son el único constituyente de la roca silícea pueden llegar a provocar confusión con las texturas propias de otras rocas, en especial algunas cuarcitas sedimentarias.

Un caso especial, entre las texturas granulares, es el denominado por Bustillo (1976) granular radial. En esta textura, los cristales de cuarzo romboédricos no se presentan en mosaico, sino que se orientan entre sí originando rosetones. Presentan elongación positiva como el cuarzo normal.

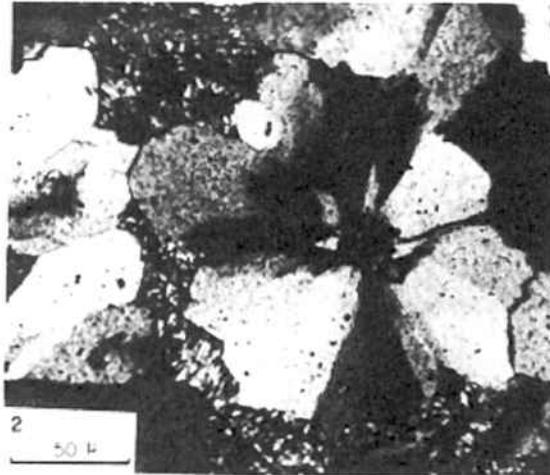


Fig. 36. Textura granular radial. Esc: 50 μm . (Bustillo, 1983).

Esta morfología es propia de cristales embrionarios, o de ambientes de sedimentación salinos. Sin embargo, las causas y mecanismos de su formación no están aún explicados. Se diferencian fácilmente de los esferulitos fibrosos por la ausencia de la cruz isogira, o de bandas de extinción, y por la individualización de cristales con su propia birrefringencia, que sirve también de criterio de diferenciación.

Otra textura parecida, aunque menos frecuente, es la granular anular, en la que los cristales de cuarzo se distribuyen en anillos alrededor de un centro isótropo de naturaleza no determinada, aunque posiblemente se trata de sílice criptocristalina o amorfa. Los cristales son más irregulares y pequeños que en el caso anterior. Su origen podría encontrarse en el hecho que, durante la precipitación, existen puntos en los cuales se producen acumulaciones de pequeños cristales, de los cuales tan sólo aquellos más situados en la periferia, y orientados con su elongación paralela al radio de crecimiento, son capaces de crecer libremente.

Como hemos visto, las texturas granulares están compuestas por mosaicos de cristales de cuarzo, en los que los límites de cada uno de los cristales están bien marcados, pudiéndose aislar uno del otro. El tamaño de estos cristales es variable, y podemos diferenciar entre:

<p>Megacuarzo cuarzo megacristalino</p>	<p>(>35μm)</p>	<p>Cristales de cuarzo que pueden alcanzar los 500 μm o más. Presentan extinción uniforme, y a menudo muestran morfologías y terminaciones cristalinas bien formadas.</p> <p>El término megacuarzo hace referencia a menudo al cuarzo "<i>drusy</i>", que frecuentemente se encuentra como cemento rellenando porosidad (<i>Pore-filling</i>).</p>
<p>Mesocuarzo cuarzo mesocristalino</p>	<p>(20-35μm).</p>	
<p>Microcuarzo cuarzo microcristalino.</p>	<p>(<20μm):</p>	<p>Es la fase dominante en las rocas sedimentarias silíceas (Tarrío, 1998).</p> <p>Está formado por cristales de cuarzo, generalmente equidimensionales, o ligeramente elongados.</p> <p>Se caracteriza por presentar un tamaño de cristal en torno a las 8 a 10 μm. Posee un contenido de agua en cantidades que oscila del 0'1 al 0'3% en peso (Flörke et al., 1982). La interacción cristalina durante el crecimiento impide, en general, el carácter euédrico, siendo remarcable el intercrecimiento que, en sus bordes, suelen presentar los pequeños cristales de cuarzo.</p>

En nuestro trabajo de descripción microscópica de las distintas muestras de sílex en lámina delgada, hemos utilizado una clasificación de los mosaicos de megacuarzo basada

fundamentalmente en los trabajos de François Arbey (1980). Este autor diferencia las siguientes formas de cristales de megacuarzo.

B1.- Cristales heterométricos.

Son cristales de carácter euédrico, alargados en una dirección. F. Arbey diferenció entre:

.- Palisádicos: Es decir, implantados normalmente en una superficie plana, o no, los ejes ópticos de los cuales son frecuentemente paralelos entre sí.

.- Petaloides: En este caso, los cristales irradian a partir de un centro de cristalización, generalmente de cuarzo microcristalino. Los ejes pueden ser paralelos a la elongación de los cristales (elongación positiva).

B2.-Cristales isométricos.

Arbey diferenció entre:

.- En mosaico: angulosos, heterodispersados, acaban el relleno de las cavidades, o epigenizan en masa el sedimento preexistente, pueden provenir también de la recristalización de la sílice fibrosa primitiva.

.- En puzzle: imbricados, con contornos sinuosos e irregulares, contienen frecuentemente inclusiones relictas de antiguos sulfatos: yeso, anhidrita y más esporádicamente barita.

.- Con extinción fibrosa ondulante: Estos cristales de cuarzo se consideran, generalmente, como característicos de los ambientes dominados por evaporitas, su extinción es compleja y suele hacerse por bandas imbricadas e irradiadas.

.-Euédricos “almenados”: Suelen tapizar las cavidades internas de los nódulos, y reemplazan habitualmente a la lutecita, la cuarcina o la calcedonita helicoidal. Estos cristales de cuarzo se destacan por sus líneas de crecimiento finas que dibujan almenas. Su presencia parece deberse a una manera particular de cristalización del cuarzo en medios evaporíticos.

.-Euédricos de pirámides hexagonales: Estos cristales los recuperamos tanto en compañía de yesos actuales, como en evaporitas antiguas.

C.-Texturas criptocristalinas del cuarzo.

Su propia definición las convierte en un grupo poco determinado. El término criptocristalino alude a las tramas síliceas cristalinas que, por el pequeño tamaño de los constituyentes que las integran, no permiten la identificación de ninguna de las texturas anteriormente descritas.

Con luz paralela se muestran incoloras, como sucede con todas las texturas síliceas, y con nicoles cruzados se muestran casi isótropas, o proporcionan un punteado débilmente refringente.

Ha sido necesario recurrir a otras técnicas analíticas para definir estas cristalizaciones. Los trabajos de M. P. Aubry del 1975 (en Demars, 1982) describiendo la nanoestructura de los sílex de la creta, mediante el uso del microscopio electrónico de barrido (M.E.B), han permitido la confección de un catálogo de los hábitos de la sílice en sus cristalizaciones más finas, como veremos en el apartado siguiente.

2.3.2.1.2.- El ópalo o sílice opalina.

El ópalo ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) no se considera un polimorfo de la sílice propiamente dicho, ya que al ser esencialmente amorfo, escapa a la definición de mineral *sensu stricto*, por lo que suele ser definido como mineraloide (Tarrío, 1998). Es una variedad amorfa hidratada que contiene de un 3 a un 9% en peso de agua, aunque puede alcanzar el 20% (Tarrío, 1998). Los caparazones de los radiolarios (zooplancton marino), las diatomeas (fitoplancton marino o no marino) y las esponjas síliceas (marinas o no marinas) están compuestos por sílice opalina.

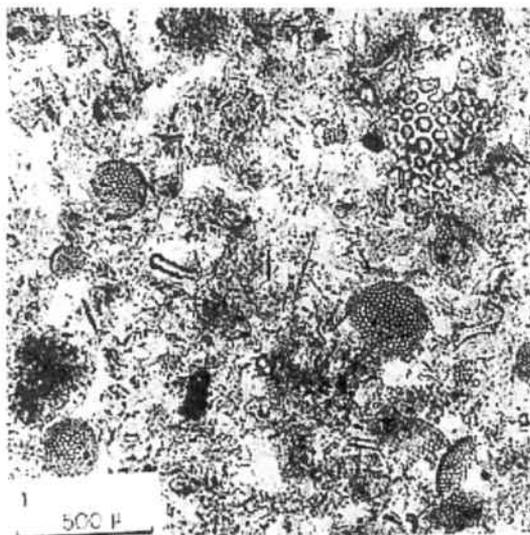


Fig. 37. Diatomita. Textura opalina. Esc: 500 μm . (Bustillo, 1983).

Esta sílice opalina presenta una estructura muy abierta, es decir, que almacena gran proporción de agua. Además presenta una cierta ordenación en capas.

La sílice opalina es una variedad metastable (inestable) de la sílice, que con el tiempo pasa a cuarzo o calcedonia. El proceso de envejecimiento (o de maduración) ópalo-cuarzo, es uno de los procesos que, juntamente con la cementación de las cavidades y la recristalización del cuarzo, tiene lugar durante la diagénesis de las rocas sedimentarias silíceas. El proceso de envejecimiento, recoge el paso de las fases más amorfas de la sílice (minerales opalinos), a las más cristalinas (cuarzo alfa). Este proceso se basa en una evolución lineal del ópalo A al ópalo C-T y de éste, a cuarzo alfa.

Aunque, como hemos visto en un apartado anterior (capítulo 1. Origen del sílex y diagénesis silícea), esto no es siempre así. La naturaleza de este proceso cuenta con dos factores de control básicos: por un lado el tiempo, por el otro la temperatura. Si bien podemos considerar otros factores de control secundarios como serían: la composición química de las aguas intersticiales, el pH y la permeabilidad del ambiente sedimentario, así como la presión y los movimientos tectónicos a que los sedimentos se someten.

A.- Las texturas opalinas.

Como hemos mencionado anteriormente, M. P. Aubry (1975) define el ópalo mediante la utilización del MEB. Se trata de glóbulos muy finos, de diámetro comprendido entre 0,1 i $0,5 \times 10^{-6}$ m.

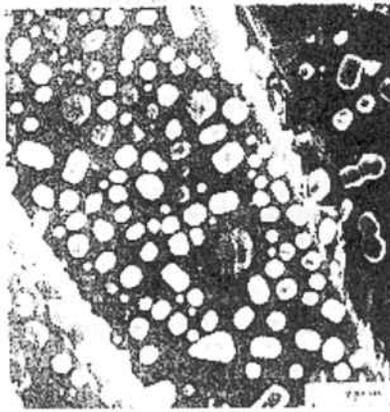


Fig. 38. Glóbulos de ópalo entre fibras de calcedonia (Bustillo, 1983).

Las texturas opalinas son aquellas texturas silíceas que se muestran amorfas al microscopio petrográfico. Si bien, la presencia de este material se puede reconocer

mediante la observación de láminas delgadas, su determinación precisa (entre ópalo A, ópalo C-T y ópalo C), requiere de la difracción de rayos X (DRX).

Tradicionalmente, el ópalo se define en lámina delgada por presentar un color marrón-amarillento, con un marcado relieve negativo y presentarse isótropo con nícoles cruzados.

En el ópalo es frecuente la existencia de sustancias contaminantes al margen de la sílice, como por ejemplo, minerales de las arcillas, y geles de aluminio o de hierro. Por este motivo, las propiedades ópticas de los ópalos pueden sufrir variaciones importantes.

La primera clasificación de las texturas opalinas se debe a los trabajos petrográficos de Cayeux (1929-1931), a pesar de que la estructura cristalina de los mismos fue definida con posterioridad, como ya hemos señalado.

Según Cayeux podemos identificar:

A1.-Textura gelatinoide.

Masas homogéneas dotadas de fuerte relieve e isótropas con nícoles cruzados, a pesar de que Bustillo (1976), considera que con nícoles cruzados, el ópalo no se mantiene completamente isótropo, sino que presenta contexturas de birrefringencia.

A2.-Textura perlítica.

Descomposición de la materia en pequeñas perlas soldadas, dando al conjunto un aspecto mamelonar.

A3.-Textura globular.

Perlas independientes empastadas, frecuentemente, por masas calcedónicas.

La textura perlítica y la globular, a pesar de no presentar estructura interna sí muestran, en ocasiones, envolturas con colores diferenciados y birrefringencia.

A4.-Textura esferulítica.

Cuando los glóbulos o perlas presentan estructura radiada.

A5.-Textura intraclástica.

O con diferencias concéntricas, se manifiesta alrededor de elementos detríticos, que solamente son observables con luz ortoscópica.

A6.-Textura lusatita.

Aún mal estudiada (Bustillo, 1976), es aquella en la que el ópalo manifiesta con nícoles cruzados disposición fibrosa parecida a las texturas fibrosas del cuarzo. Esta textura, con luz paralela, presenta contornos botroidales.

En las texturas definidas por Cayeux el ópalo es completamente amorfo, en cuanto a que no se observa la menor cristalinidad. A partir del estudio por DRX, se ha evidenciado que el ópalo presenta una débil ordenación estructural. Dicha ordenación aumenta a medida que avanza el proceso diagenético de envejecimiento o maduración.

Los trabajos realizados por J. B. Jones y E. R Segnit mediante la aplicación de la DRX en 1971, permitieron diferenciar dos categorías de ópalo (ópalo A -no cristalino- y ópalo C-T y ópalo C –ópalos microcristalinos-).

B.- El ópalo A.

También recibe el nombre de ópalo no cristalino, ya que es totalmente amorfo. El ópalo A es de origen biogénico. Lo documentamos sintetizado en los caparzones de determinados seres vivos (diatomeas y radiolarios), en las espículas de las esponjas silíceas, y en los tejidos de algunos vegetales (fitolitos de sílice). Dentro de este grupo de los ópalos no cristalinos, Langer y Flörke (1974) distinguieron entre ópalo AG (gel amorfo) y ópalo AN (vidrio amorfo). El primero –ópalo AG-, es un gel amorfo, formado por partículas esféricas de sílice, en el que el agua rellena los intersticios dejados por éstas (Jones et al, 1964 en Tarrío, 1998). El ópalo AN (vidrio amorfo) es un vidrio –por lo tanto no cristalino-, amorfo hialino. Es un ópalo de origen inorgánico, formando como consecuencia de alteraciones lateríticas en perfiles edáficos, o en algunas rocas ígneas, como las volcánicas, en forma de gruesa corteza de grosor milimétrico (Bustillo, 1983; Tarrío, 1998).

En el diagrama de DRX el ópalo A se manifiesta entre los 6 y 3 Å aproximadamente, con un pico máximo alrededor de los 4,1 Å. Presenta una estructura muy abierta, que encierra gran proporción de agua, y que tiene una cierta ordenación en capas. Su estructura es muy inestable, con el tiempo y la temperatura, y a veces sólo por exposición aérea, se transforma en ópalo C-T y/o cuarzo (Bustillo, 1983).

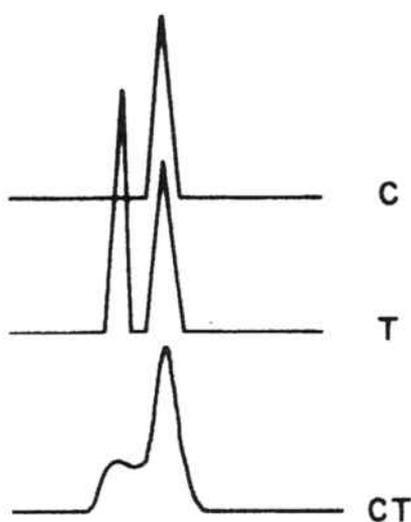


Fig. 39. Difractogramas representativos del ópalo C, tridimita y ópalo C-T, (según Azizuki y Shimida, 1979 en Bustillo, 1983).

C.- El ópalo C-T: (Cristobalita-Tridimita).

Es el más abundante de los ópalos microcristalinos (Tarrío, 1998), formado por interstratificados de cristobalita/tridimita (Jones y Segnit, 1971).

Se puede presentar al microscopio de diferentes maneras: de forma masiva formando parte de la roca, o como cemento de una textura fibrosa-radial. Si bien presenta un marcado relieve y fuerte isotropismo, cuando aparece masivo, cuando se muestra en forma fibrosa (conocida como lusatita) es birrefringente.

Las fibras observables en microscopía a unos 5000 aumentos con *scanning*, son realmente hojas delgadas de cristales hexagonales, que crecen las unas junto con las otras y crean revestimientos de la porosidad. Cuando tienen espacio suficiente para desarrollarse, forman esferas (llamadas también lepisferas). La textura puede dejar espacios vacíos entre las fibras. Esta textura ha recibido el nombre de disposición en "castillo de naipes" (Bustillo, 1983).

En el diagrama de DRX se presenta en dos reflexiones: la más intensa se corresponde con la cristobalita, entre 4,05 y 4,11 Å; y la más débil, corresponde a la tridimita, cerca del 4,30 Å (Bustillo, 1983).

El ópalo C-T es una fase intermedia entre el ópalo A y el ópalo C. Corresponde a una interstratificación de cristobalita y tridimita. Por un proceso de envejecimiento este ópalo se transforma en ópalo C, de modo que la diagénesis conlleva la disminución del

apilado tridimítico y da lugar a un ópalo más rico en cristobalita baja, y por lo tanto, más ordenado (Tarrío, 1998).

En este ópalo C-T, son características las estructuras bandeadas, que tienen su origen en los sucesivos aportes de sílice que rellenan agujeros y discontinuidades de la roca. Ofrece una coloración diferente ya que las condiciones de porosidad, porcentaje de impurezas, etc., son diferentes para cada bandeado. Este bandeo también se ha explicado por un proceso de silicificación opalina de la roca inicial, en la que podría existir una reacción-difusión entre la roca y el gel de sílice, formándose como consecuencia bandeados de un producto mixto de gel y roca. Los factores de control de esta reacción-difusión parece que están relacionados con cambios en la temperatura y en la concentración iónica (Bustillo, 1983).

D.- El ópalo C: (Cristobalita).

Se identifica en el diagrama de difracción por las reflexiones de la cristobalita en los 4,05 Å y 4,11 Å. Los investigadores diferencian entre cristobalita desordenada, parcialmente ordenada y ordenada, según la intensidad de su reflexión (Murata y Nataka, 1974 en Bustillo, 1983).

2.3.3.-La micropaleontología del sílex.

2.3.3.1.- El estudio micropaleontológico sobre lámina delgada. Introducción.

Un microfósil, según la definición del diccionario (IEC, 1997), es un fósil de tamaño pequeño y que comúnmente no puede estudiarse a simple vista, siendo necesario un cierto aumento (lupa/microscopio). Como vemos, los microfósiles constituyen un subgrupo arbitrario, basado en el tamaño de sus componentes (foraminíferos, ostrácodos, etc.).

El estudio de los microfósiles se realiza desde la disciplina conocida como micropaleontología, aunque hay una cierta tendencia a restringir este término para el estudio de los microfósiles de pared mineral (foraminíferos, ostrácodos, etc.) y utilizar el término palinología, para el estudio de los microfósiles de pared orgánica (como los granos de polen, o los acritarcos). Si bien las técnicas de preparación de las muestras son distintas, dicha diferenciación es totalmente arbitraria.

La gran mayoría de microfósiles son el producto de organismos unicelulares.

El sílex, como la mayoría de las rocas sedimentarias, puede contener microfósiles. Estos microfósiles los podemos estudiar tanto en lámina delgada (Valensi, 1955, 1957; Deflandre, 1936, 1966; Masson, 1979, 1981, 1987; Brooks, 1989), como a través de su recuperación por otras técnicas, como pueden ser las de la palinología; (Brasier, 1980, Mauger, 1984 en Taborin, 1994, Wrenn y Heinrich, 1996; Brooks y Dorning, 1997).

La micropaleontología como técnica de caracterización de las fuentes de aprovisionamiento de rocas sedimentarias silíceas es relativamente económica, efectiva y fiable. El desarrollo de esta técnica no requiere del mismo coste que el que se genera, por los equipos especializados utilizados, en las técnicas de análisis químicas avanzadas, que veremos posteriormente.

2.3.3.1.1. Los microfósiles. Una introducción.

Los microfósiles conservados en el sílex podemos clasificarlos en dos grandes categorías. Por un lado, aquellos que ya en origen son de composición mineral, ya sean microfósiles carbonatados o silíceos (foraminíferos, espículas de esponjas, etc.). Estos microfósiles se recuperan en el sílex tanto inalterados como epigenizados (Deflandre, 1934).

Por otro lado, encontramos otros microfósiles que se han conservado en estado de materia orgánica (dinoflagelados, acritarcos, etc.).

Ambas categorías de microfósiles (de composición mineral o de materia orgánica) pueden aparecer en un estado de conservación óptimo, o por el contrario, fragmentados. Su estado de conservación dependerá de diversos factores, entre los que cabe destacarse la propia naturaleza química del fósil, o la rapidez de la epigénesis silícea.

En el caso de los microfósiles de composición mineral silícea, éstos suelen participar a menudo en la diagénesis silícea, por este motivo dichos microfósiles (diatomeas, radiolarios) se muestran muy afectados por la silicificación. Después de su disolución en la roca-caja apenas se identifica, en el mejor de los casos, una silueta de ópalo o de calcedonia.

Este es, por ejemplo, el caso de las radiolaritas. Se trata de rocas sedimentarias silíceas de origen orgánico, formadas por la acumulación de componentes esqueléticos opalinos de radiolarios (protozoos marinos planctónicos, que vive en toda la columna de agua y se acumulan en zonas de aguas profundas). Estos microfósiles han sido abundantes desde el comienzo del Paleozoico hasta la actualidad (Tarrío, 1998).

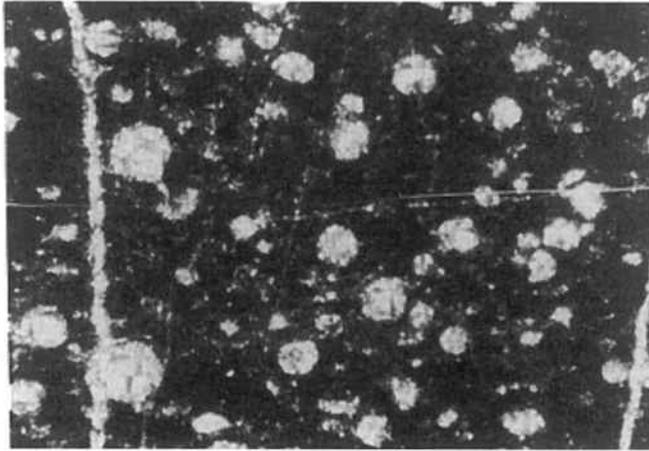


Fig. 40. Radiolarita recuperada en los conglomerados del Eoceno medio/superior. Luz ortoscópica, 35x.
(Terradas, 1995).

En cambio, en el caso de las espículas, rocas sedimentarias silíceas formadas por la acumulación de espículas de esponjas (Tarrío, 1998), a menudo es posible observar la estructura del canal central de las mismas.

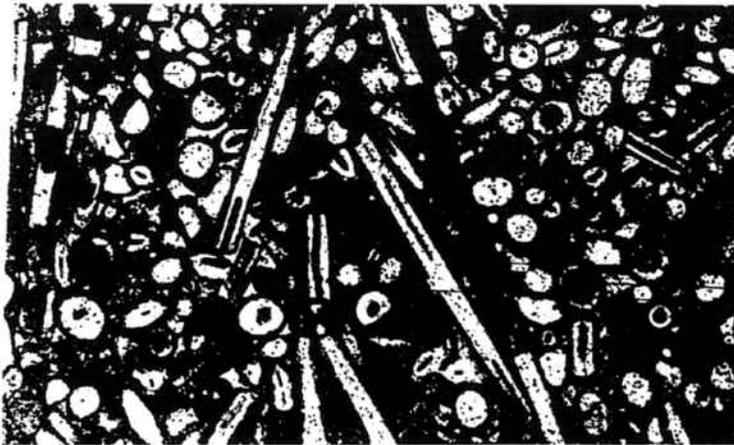


Fig. 41. Espículas de esponjas y radiolarios (Cayeux, 1929 en Füchtbauer, 1988).

Los fósiles de composición mineral carbonatada son también relativamente frecuentes, como elemento integrante, en determinadas texturas de las rocas sedimentarias silíceas. Este tipo de fósiles pueden presentarse, según Masson (1979, 1981) en tres tipos diferentes de estado de conservación:

- .- Pueden aparecer tan alterados que su identificación sólo alcanzará en el mejor de los casos hasta la familia.
- .- Si están bien conservados en la textura silícea se puede determinar el género, y de manera más excepcional, se puede llegar a la determinación de la especie.

.- Finalmente, los fósiles pueden aparecer en el córtex, ya sea en forma de moldes internos silicificados, o bien, conservando aún su mineralogía caliza. En estos casos es casi siempre posible llevar a cabo su recuperación para efectuar la identificación de los mismos. Esto sucede habitualmente con: ostrácodos, briozoos, girogonitas, tallos de carofíceas y gasterópodos. Masson (1979, 1981) señaló ya la implicación práctica inmediata de este hecho: debemos evitar un lavado vigoroso, o con cepillo, del córtex, para no perder estos "tesoros paleontológicos inestimables".



Fig. 42. Gasterópodo (*Hippeutis* o *Anisus*) visto con lupa binocular. (Masson, 1987).

2.3.3.1.2.- Historiografía. El estudio del contenido micropaleontológico del sílex.

El estudio del contenido micropaleontológico del sílex, apareció tempranamente de la mano del desarrollo de la propia disciplina micropaleontológica. Las noticias más antiguas del reconocimiento de microfósiles en sílex se deben a C.G. Ehrenberg en 1836. En 1854, el propio Ehrenberg publicó los resultados de sus investigaciones sobre el contenido fósil de los *chert* jurásicos de Silesia. El resultado de estas primeras investigaciones era caracterizar las denominadas "curiosidades" atrapadas en el *chert*.

El sílex y el *chert* eran buscados por su naturaleza translúcida o semitranslúcida, que permitía una observación directa de los fósiles, ya que los métodos de extracción química, utilizados comúnmente en la actualidad, no se desarrollaron hasta 1933. Por este motivo, la mayor parte de las investigaciones anteriores sobre el contenido en microfósiles de las rocas se restringió a *chert* y sílex.

La gran expansión en el estudio de los microfósiles arrancó en 1933, tras la publicación de la tesis doctoral de O. Wetzel. Su estudio de los *chert* del Cretácico superior del norte de Alemania, Dinamarca y Suecia, se basó en la observación de delgadas lascas de sílex, y en los momentos finales de su estudio, adoptó la técnica de las láminas delgadas. Sus trabajos continuaron hasta 1967. En aquellos momentos, había analizado cerca de 15.000 lascas y alrededor de 100 láminas delgadas. En sus últimas publicaciones, afirmaba que era posible distinguir entre grupos de sílex, a partir del examen de un amplio conjunto de

tipos de fósiles incluyendo: radiolarios, quistes de dinoflagelados, anoebidos, fragmentos de plantas y restos de animales multicelulares.

Otros trabajos de clasificación micropaleontológica se desarrollaron por M. Lejeune-Carpentier (décadas de los 30, 40 y 50) trabajando en Bélgica; y G. Deflandre (décadas de los 30 y 40) trabajando en la cuenca de París. Sin embargo, fue necesario esperar a J.P. Foucher (décadas de los 70 y 80) -alumno de Deflandre- para completar las investigaciones, y resolver alguno de los problemas de estrategia de muestreo de los primeros trabajos del maestro.

El desarrollo de los métodos químicos de extracción de microfósiles permitió, el desplazamiento de los estudios micropaleontológicos hacia sedimentos, y tipos de rocas, más viables económicamente. Sin embargo, el estudio del sílex continuó vigente. Así los trabajos de R. De Witt, sobre la secuencia tipo del Maestrichttense, sugirieron que era posible distinguir entre tipos de sílex exclusivamente a partir de su contenido en quistes de dinoflagelados.

La arqueología tardó en percibirse del potencial del estudio micropaleontológico para el establecimiento de áreas fuente de sílex. Ello se debió, en parte, a la falta de acceso a las publicaciones sobre tipos de fósiles, con anterioridad a la década de los 50. Los primeros estudios utilizando la micropaleontología del sílex, para ayudar a la arqueología, se deben a Valensi (1955), al estudiar la caracterización de los materiales líticos del yacimiento magdalenense de Saint Amnad.

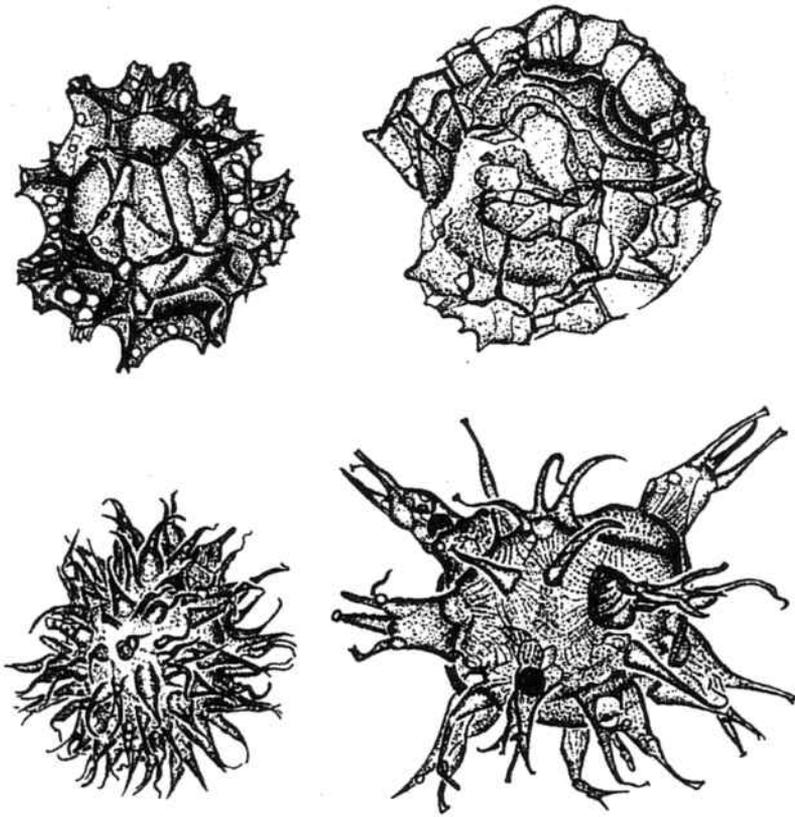


Fig. 43. Microfósiles del sílex cretácico del yacimiento de Saint Amnad (Valensi, 1955).

Este primer trabajo se sucedió por otro en 1957, consagrado a los sílex de “Grand Pressigny”; y en 1960, por otro consagrado al estudio de las fuentes de aprovisionamiento de los sílex recuperados en el nivel protomagdaleniense del Abri Pataud, para los que pudo establecer tres orígenes geológicos distintos.

Esta primera etapa de relación con la arqueología concluye con G. Deflandre, quien estudió los materiales líticos de Pincevent (1966), quien diferenció, tras examinar los fillos translúcidos de las piezas al microscopio, dos fuentes de origen local.

En la década de los 80, la micropaleontología fue reintroducida como técnica analítica de caracterización de fuentes de materias primas silíceas en arqueología (Cremaschi, 1987). Desde 1981, varios investigadores franceses adoptaron la micropaleontología como parte de un amplio estudio de las fuentes de recursos líticos basado en características petrográficas (Masson, 1981, Torti Zannoli, 1983, Mauger, 1984).

Las técnicas de estudio de estos investigadores varían, sin embargo, la mayoría utiliza láminas delgadas para estudiar el contenido en fósiles y la estructura cristalina de las muestras. La única excepción fue M. Mauger, que disolvió las muestras en ácido

fluorhídrico, y por lo tanto, se centró en los microfósiles orgánicos conservados en las muestras, como los quistes de dinoflagelados.

A finales de la década de los ochenta, el estudio del británico I. Brooks (1988, 1989) se centró en los sílex de *Lincolnshire* y *Humberside*, en las formaciones de Welton y Burnham pertenecientes al afloramiento de "calizas del norte" (*Northern Chalk Outcrop*).

Su estudio se completó con materiales procedentes de los *tills* glaciales y de gravas de ríos.

A nuestro parecer, los trabajos desarrollados por Brooks constituyen un paradigma de una aproximación científicamente correcta a la problemática de los estudios de caracterización de las fuentes de aprovisionamiento; por este motivo, dedicaremos una cierta atención a estos trabajos.

Brooks describe, de todas las muestras, el perfil estratigráfico del afloramiento. Posteriormente, analiza las muestras desde un punto de vista macroscópico, y luego, en lámina delgada. Los fósiles se analizan a 250X, y para exámenes más específicos de los mismos, alcanza los 625X. Este análisis se centró en el estudio de la densidad del contenido fósil en cada una de las muestras, mediante el recuento de los primeros 500 microfósiles documentados en cada una de las mismas, y el posterior establecimiento, mediante el uso de las "tablas de nonio", de valores de densidad comparables entre muestras (Brooks, 1988, 1989).

Una amplia variedad de fósiles aparecía dentro del sílex, sin embargo, la inmensa mayoría de ellos pertenecían al grupo de los foraminíferos. Se reconocieron 53 morfotipos recurrentes dentro de este grupo de fósiles. La aproximación de Brooks se basa en estos 53 morfotipos y sus pseudomorfos. Este hecho le llevó al establecimiento de una tabla de morfotipos, obviando aquellos que no se podían relacionar con ninguno de los grupos morfológicos establecidos.

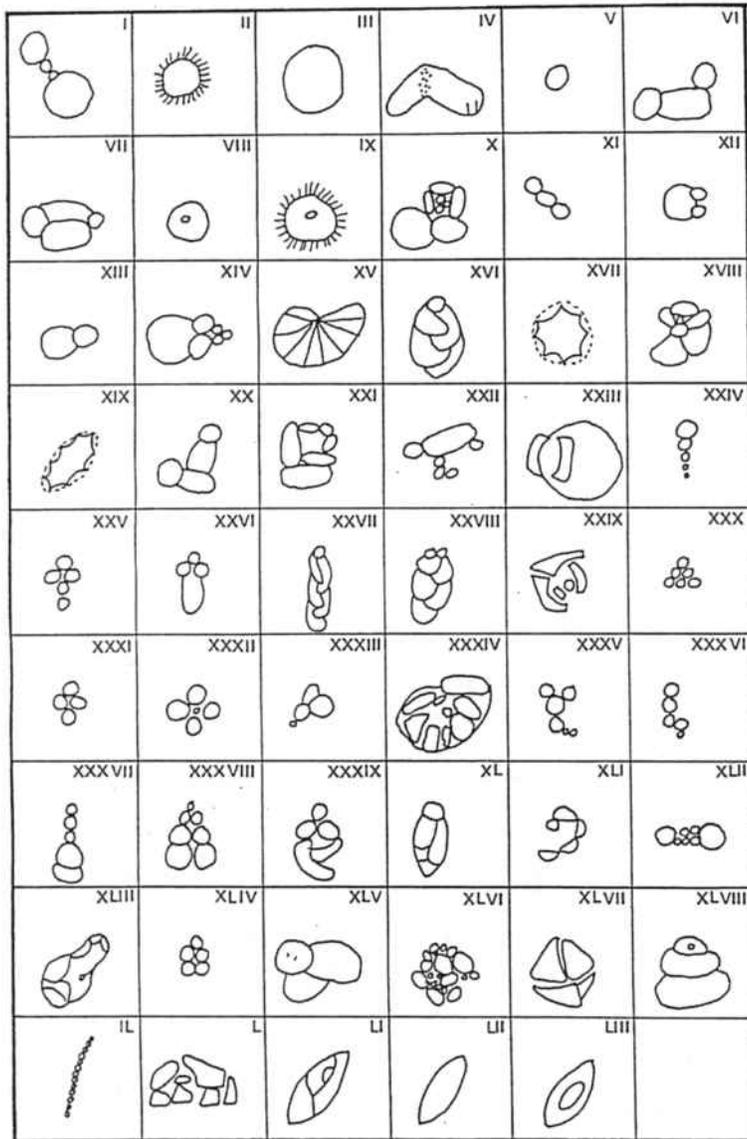


Fig. 44. Tabla de los morfotipos de foraminíferos establecida por Brooks (1989)

Esta tabla tenía por objetivo adoptar una aproximación de orden morfológico, a fin de acelerar el avance de la investigación, mientras que la identificación formal de los fósiles debía abordarse en trabajos posteriores.

Se documentan también en el sílex componentes menores de fósiles, como las espículas de esponjas, los quistes de dinoflagelados, calpionélidos y radiolarios. También se computa la cantidad y estado de conservación de la materia orgánica amorfa, ya que da una indicación general de la actividad biológica del material original. Al mismo tiempo, se toman fotografías en color de cada muestra a 120 X. Esto ayuda en la clasificación inicial de las muestras arqueológicas. La fotografía facilita un registro visual del estado de preservación representado en cada muestra. Una discriminación más precisa entre las

muestras se consigue por la comparación de los histogramas de frecuencias de los tipos de fósiles entre las mismas.

La discriminación entre muestras se basa en varios factores, y se entrevé, que éstos deben formar una jerarquía de inferencias, para el establecimiento del área fuente de la muestra.

En primer lugar, el análisis macroscópico restringirá el número de muestras de referencia con qué comparar, y en determinadas ocasiones, puede llegar a sugerir fuentes de origen específicas. Tras la realización de una lámina delgada, la cantidad de relaciones probables puede reducirse, mediante una revisión visual al microscopio, del estado de preservación de los fósiles y de la densidad de los mismos. Finalmente, el recuento de fósiles se lleva a cabo para diferenciar entre posibles fuentes.

Desde nuestro punto de vista, estas aproximaciones multidireccionales, o de palinofacies, (Hart, 1986), deben valorarse como importantes, para el establecimiento de la caracterización de las rocas sedimentarias silíceas, y sus fuentes de aprovisionamiento prehistórico, a pesar de que no aparezca ningún “fósil-director” distintivo. En muy pocas ocasiones es posible determinar el origen probable de una muestra, por la presencia de un tipo de fósil en particular, p. ej en el trabajo de Brooks sólo el quiste de dinoflagelado *Odontochitina Castata* (Alberti, 1961), que apareció en una de las muestras, permitió establecer dicho origen.

Como ya hemos podido apreciar en el apartado dedicado a la caracterización macroscópica, la localización e identificación están en función del tamaño de los fósiles, así como de su estado de conservación.

2.3.3.2.- El estudio micropaleontológico de fósiles de pared orgánica.

Los fósiles de pared orgánica también pueden ser estudiados mediante otras técnicas al margen de la petrografía. En este apartado incidiremos de manera más profunda sobre este tipo de análisis, dado que nuestro proceso formativo, nos ha permitido una primera aproximación a estas técnicas propias de la palinología.

Nuestro contacto con la aplicación de la palinología al estudio de caracterización del sílex tuvo lugar en el *Center of Palynology*, del *Earth Science Department*, de la Universidad de Sheffield (Reino Unido) bajo la supervisión del Dr. Ken. J. Dorning. La técnica de procesado de las muestras, que expondremos a continuación, fue el utilizado en este laboratorio para la confección de las preparaciones, tanto geológicas como

arqueológicas, que analizamos durante nuestra estancia. Dada la peligrosidad de los ácidos necesarios para llevar a cabo este procesado, y teniendo en cuenta el poco tiempo disponible para iniciarnos en estas técnicas analíticas, el procesado de las muestras no fue realizado por nosotros mismos.

2.3.3.2.1.- Técnicas de procesado palinológico del sílex y el *chert*.

Las técnicas exactas de procesado que pueden emplearse dependen de la naturaleza del sílex y del *chert*, de la naturaleza de los análisis a desarrollar, y de la cantidad de material disponible. Las técnicas que presentamos a continuación son sólo válidas para estas rocas silíceas, y no para rocas con una presencia más elevada de carbonatos o arcillas.

Para las muestras procedentes de los afloramientos geológicos, la roca, una vez lavada, se fractura con la ayuda de un mortero y una mano de almirez, hasta obtener pequeñas lascas de entre 5 y 10 mm. Los fragmentos que presentan córtex no suelen utilizarse. Se toman 10 g, de muestra sin córtex, que se sitúan en un contenedor robusto de tapa desmontable con 250 ml de polipropileno. La muestra se lava con agua y se decanta, para eliminar las contaminaciones potenciales producidas durante el proceso de fragmentación.

Posteriormente, se le añaden a la muestra 50 ml al 40% de ácido clorhídrico (HCl) bajo una campana de humos (dada la peligrosidad del ácido), juntamente se le añaden 100 ml de ácido fluorhídrico (HF). El recipiente se agita diariamente hasta conseguir la disolución completa del material silíceo, cosa que ocurre, generalmente, tras un par de semanas.

Tras la disolución completa de la muestra, el líquido transparente de la parte superior del recipiente se decanta en un sistema de deposición, especialmente destinado para la contención de ácidos, y se le añade agua a la muestra. Tras otro proceso de decantación, el residuo orgánico, que se deposita en el fondo del recipiente, se transfiere a un tubo de centrifugado de 50 ml.

Para las muestras arqueológicas, que suelen ser de menor tamaño, la disolución de 0,5 g de muestra se realiza en un tubo de centrifugado con tapa extraíble de 50 ml, utilizándose en este caso 10 ml de ácido clorhídrico y 20 ml de ácido fluorhídrico.

Tras la disolución de la sílice, el líquido se decanta un par de veces, del mismo modo como se realiza con las muestras geológicas.

Así pues vemos que los métodos de procesado son los mismos, tanto para muestras grandes como pequeñas. Ambas se centrifugan posteriormente a 800 rpm durante 5 minutos. Una vez decantado el residuo se le agrega agua, y se vuelve a centrifugar otra vez, hasta la total neutralización del ácido. Entonces, los restos de materia orgánica se traspasan a un tubo de almacenaje con cierre. Esta preparación la designamos con la sigla “U” (del inglés *unsieved*), es decir, no tamizado.



Fig. 45. Vista al microscopio de una preparación (CDF 43.1 gr. UH).

No tamizada. Calentada (foto del autor).

En el caso de nuestras muestras geológicas, la mitad de la muestra fue cribada a 7 μm , utilizando un tamiz de red de nylon, para conseguir muestras tamizadas (que designamos como muestras “A”).

Como la presencia de pirita (sulfuro de hierro) en el residuo era baja, o incluso inexistente, no fue necesario añadir ácido nítrico (HNO_3) para eliminar los sulfuros minerales. Como el resto de materia mineral no disuelta, tampoco resultó excesiva, no se utilizó la separación mediante líquidos pesados.

Posteriormente, se llevó a cabo el montaje de las preparaciones. Sobre un cubreobjetos de 22x22 mm se montó una proporción conocida de residuo utilizando *cellosize* muy diluido, como adhesivo dispersante, que se secó a 60°C en un calentador. Posteriormente, se le dio la vuelta a la muestra, y se montó sobre un portaobjetos de 26x76 mm, utilizando para ello una resina Petropoxy 154 a 60°C. La resina se mantiene a 100°C durante 10 minutos. Una vez finalizado el montaje, se lleva a cabo la identificación

de las muestras mediante la inclusión en las etiquetas de informaciones tales como: la localidad de origen de la muestra (código de letras y de números), el código de la preparación (“U” o “A”), el número de preparación, y el peso original de la muestra utilizada. En algunos casos, antes de cubrir las muestras éstas fueron calentadas a 200 °C durante 30 minutos. El calentamiento oscurece el color de la materia orgánica mediante una alteración geotérmica baja, de este modo, se facilita la observación con luz paralela al microscopio. El material calentado, en este caso, mostró una mejoría de observación muy relativa, ya que presentaba una pequeña alternación geotérmica de carácter natural. Estas muestras calentadas se identifican con la sigla “H”, (del inglés *heated*), con lo cual, acabamos consiguiendo 4 tipos de muestras:

U (muestra no cribada)	UH (muestra no cribada calentada)
A (muestra cribada)	AH (muestra cribada calentada)

La localización de los especímenes en las preparaciones se realizó mediante la utilización de un contador de granos Rivelin y otro England.

Finalmente, algunas pequeñas lascas, fruto del molido inicial de la muestra, se montaron directamente en un portaobjetos, de 26x76 mm, utilizando resina Petroxy 154. Estas preparaciones se utilizaron para un examen rápido, al microscopio, mientras las muestras para micropaleontología se encontraban en proceso de elaboración.



Fig. 46. Microlasca de sílex del afloramiento de CRDB vista al microscopio. Obsérvense los anillos de crecimiento botroidal de calcedonia (foto del autor).

2.3.3.3.- Los microfósiles de pared orgánica

Los principales palinomorfos (microfósiles de pared orgánica) que se documentan en las rocas silíceas (*flint y chert*) son (Dorning, com. per.):

Microfósiles orgánicos, microfósiles calizos (foraminíferos, ostrácodos...), microfósiles silíceos (radiolarios, silicoflagelados), restos fosfato-orgánicos (dientes y escamas de pez) y materia orgánica amorfa.

Por lo que respecta a los palinomorfos o microfósiles orgánicos, contamos con:

.- A. Bacterias y cianobacterias (algas azules-verdes).
.- B. Quistes de dinoflagelados.
.- C. Acritarcos.
.- D. Polen y esporas.

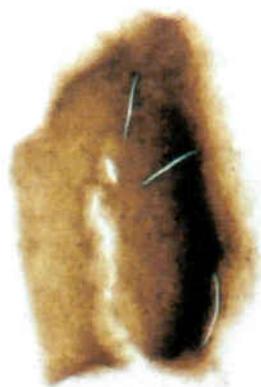


Fig. 47. Resto fosfato-orgánico constitutivo de palinofacies. Escama de tiburón.

CDF 43. AH. 25 x (foto del autor).

En este apartado utilizaremos el trabajo de Brasier (1980), para recoger algunos apuntes sobre los principales tipos de palinomorfos recuperados en las rocas silíceas.

A.- Bacterias y cianobacterias

Son organismos procariotas (sin núcleo diferenciado del resto del citoplasma).

Las algas cianófitas se conocen vulgarmente como algas azul-verdes. Se trata de pequeñas células, en su mayoría inferiores a los 25 μm de diámetro, que tienen organización unicelular o colonial.

Estas células primitivas participan de una extensa historia geológica, ya que se encuentran en rocas desde el Precámbrico (3200 Ma.) hasta la actualidad.

Las cianófitas presentan formas variadas: esférica (cocoide), ovoide, discoidal, cilíndrica, o piriforme. Son organismos altamente autosuficientes, toleran concentraciones de oxígeno muy bajas, y algunas pueden vivir en condiciones anaeróbicas, tienen un amplio margen de resistencia a altas y bajas temperaturas, son resistentes a la desecación y a la plasmólisis, de ahí su presencia en desiertos áridos, regiones glaciales, mares hipersalinos y lagos de aguas dulces.

La limitación más importante para su desarrollo se encuentra en el pH. Prefieren pH neutros o alcalinos, y nunca más ácidos de 4.0.

B.- Pirrofitas o dinoflagelados (Brasier, 1980; Evitt, 1985)

Las pirrofitas o dinoflagelados, son organismos unicelulares eucariotas (con núcleo diferenciado del resto del citoplasma), generalmente de tamaño comprendido entre 20 y 150 μm , con características tanto de planta como de animal.



Fig. 48. Dinoflagelado muestra CDF 43.A3. 40x (foto del autor).

La mayoría de dinoflagelados están provistos de una especie de látigo (flagelum) y de un cinturón (cingulum) para su propulsión, tienen un núcleo prominente y la pared de la

célula esculpida (con placas o tecas). La distribución de dichas placas se conoce como tabulación y es característica de cada tipo de dinoflagelado.

Predominan los dinoflagelados autótrofos, que han formado un grupo importante de fitoplancton marino, desde al menos mediados del Mesozoico.

Los quistes de dinoflagelados han demostrado ser una valiosa herramienta en bioestratigrafía, y como elementos que nos ayudan a determinar paleoambientes (Hills, en Internet).

B1.- Tipos de quistes de dinoflagelados

Los quistes de los dinoflagelados pueden estar formados por celulosa y en tal caso no queda registro fósil de los mismos; por calcita o sílice, que se destruye por ataque ácido, o por esporopolemina (complejo de biopolímeros derivados por polimerización oxidante de caroténidos o esterocarotenoides) cuya fórmula química oscila entre C₉₀ H₁₃₄ O₂₀ y C₉₀ H₁₄₂ O₃₅.

Existen tres tipos básicos de quistes de dinoflagelados denominados:

.- proximate. - chorate. - cavate.

.-proximate. La pared del quiste (o fragma) se desarrolla en contacto con la pared que cierra la célula (o teca). La tabulación, el cingulum y el sulcus aparecen reflejados en la superficie esculpida de los quistes de tipo *proximate*. La principal radiación de los quistes de dinoflagelados de quistes *proximate* se inicia en el Triásico superior (estadio Retiense) y continúa en el Jurásico (orden peridinales).

El registro anterior al Triásico incluye una única especie del Silúrico, y probablemente, algunos de los fósiles que de manera general han sido tratados como acritarcos (Evitt, 1985).

.- chorate. El desarrollo del quiste, además de ser dentro de la célula original, se relaciona con esta mediante espinas. Normalmente no muestra restos de la superficie esculpida del quiste, ni del cingulum ni del sulcus. Los quistes de dinoflagelados del Cretácico fueron predominantemente *chorate* o *proximochorate*. Fue en este momento en el que se documenta mayor diversidad de quistes.

.- cavate. En este tipo, las dos paredes del quiste están parcialmente separadas en las zonas polares de la célula. Los quistes *cavate* empezaron a aparecer a finales del

Cretácico, dominando durante el Terciario (Oligoceno) y desapareciendo durante el Plioceno.

B2.- Ecología de los dinoflagelados.

En conjunto, este grupo tiene una amplia tolerancia a la temperatura entre 1 y 35 °C, con un óptimo para la mayoría de las especies entre 18-25°C.

Varios dinoflagelados muestran distribuciones de carácter geográfico, muy relacionadas con las distintas zonas de temperatura del océano, es decir, tienen una marcada distribución latitudinal, de este modo, han sido utilizados como indicadores de las oscilaciones climáticas cuaternarias.

Algunos géneros, como *gymnodinium* y *peridinium*, se encuentran tanto en aguas dulces como saladas, aunque la mayoría de especies son marinas, y sensibles a los cambios en la masa de agua, incluyendo cambios de salinidad.

Las formas planctónicas habitan en mar abierto, las aguas costeras y de estuarios, los ríos y los lagos, ambientes, que en conjunto, muestran diferencias extremas de temperatura, salinidad y otros aspectos relacionados con la química del agua (Evitt, 1985).

B3.- Aplicaciones de los quistes de dinoflagelados.

Desde una perspectiva geológica, los quistes de dinoflagelados han mostrado un considerable valor bioestratigráfico para los estratos marinos del Mesozoico (Triásico, Jurásico, Cretácico) en los que se han utilizado, en conjunción con los acritarcos, granos de polen y esporas. Para los micropaleontólogos, los dinoflagelados ofrecen un amplio y rico registro de fósiles, caracterizado por una alta diversidad morfológica y una rápida evolución. Esta combinación presenta un excelente potencial para dataciones geológicas y correlaciones.

En la actualidad se conocen más de 100 géneros, y cerca de 2000 especies de dinoflagelados marinos, y unas 200 especies de agua dulce. Por lo que respecta a los dinoflagelados fósiles se conocen unas 2500 especies y unos 500 géneros (Evitt, 1985).

C.- Los acritarcos.

Es un grupo heterogéneo de elementos unicelulares vesiculares de pared orgánica. La mayoría oscila de tamaño entre los 20 µm y los 150 µm, formados por una única pared, sin planchas, que encierra una cavidad central.

La vesícula de los acritarcos consiste en un cuerpo central que encierra una cavidad en su interior de la que pueden sobresalir apéndices y crestas.



Fig. 49. Acritarco con apéndices bien conservados.

CDF 43. AH 4. 40x (foto del autor).

Estos apéndices suelen estar huecos y unidos con la cavidad central (apéndices abiertos), o cerrados por la base. Los apéndices pueden ser simples, bifurcados, o de ramificación compleja.

La composición de la pared de los acritarcos es similar a la de las esporas y los dinoflagelados (esporopolemina). La superficie exterior de los acritarcos suele ser lisa o finamente ornamentada con gránulos, pequeñas espinas o poros.

C1.- Ecología de los acritarcos.

Los acritarcos se han encontrado mayoritariamente en estratos marinos, especialmente calizos y pizarrosos. Los ejemplos no marinos documentados son recientes (Holoceno).

La abundancia y diversidad de los acritarcos tiende a aumentar al alejarnos de la línea de la costa. La temperatura parece ser el elemento de control primario de la distribución de los acritarcos, aunque en general, el grupo tiene una amplia tolerancia a la temperatura.

Los acritarcos fueron especialmente abundantes a finales del Precámbrico. Tras el Devónico, y hasta la actualidad, los conjuntos decaen en diversidad y abundancia.

Los acritarcos se han utilizado, fundamentalmente, en la correlación de rocas del Precámbrico y el Paleozoico, aunque la distinción de provincias geográficas de acritarcos, puede tener otros usos.

D.- Polen y esporas.

El término espora hace referencia a cualquier cuerpo de una, o más de una celdas, producido como mecanismos de propagación para un nuevo individuo. Generalmente, las esporas de bacterias, hongos y algas no suelen conservarse en el registro fósil; sin embargo, las esporas de plantas terrestres vasculares suelen ser un fósil muy abundante. Estas esporas terrestres, poseen una pared especialmente resistente, tras su enterramiento, a los ataques de microbios, y a los efectos de la temperatura y la presión. La producción de esporas es muy elevada, además pueden viajar a grandes distancias y rápidamente, lo cual les confiere un gran valor bioestratigráfico, particularmente, cuando permiten la correlación entre márgenes continentales y costeros desde el Devónico hasta la actualidad.

D1.-La morfología de las esporas y el polen.

Esporas y polen pueden describirse según su forma, aperturas, estructura de la pared, escultura de la pared y tamaño.

D2.- Aplicaciones de las esporas y el polen.

Esporas y granos de polen son marcadores estratigráficos de gran valor en sedimentos terrestres, lacustres, fluviales y deltaicos.

2.3.4.- Aportación de la petrografía y la micropaleontología a la caracterización de los materiales líticos arqueológicos.

Las aportaciones más significativas de la petrografía y la micropaleontología a la caracterización de los materiales líticos arqueológicos y de sus áreas de aprovisionamiento se centran en dos campos.

.- La posibilidad de identificar el ambiente de sedimentación en el que se originó el sílex. De este modo, podemos establecer ambientes sedimentarios distintos, e incluso incompatibles los unos con los otros, lo cual nos puede estar indicando la presencia de distintas áreas fuente de aprovisionamiento, para materiales procedentes de un mismo yacimiento arqueológico.

.- La eventual conservación de estructuras del sedimento reemplazado en la textura silícea, analizada bajo lámina delgada, es otro elemento que nos orienta en la misma dirección, y que puede ser interesante para aproximarnos a los procesos diagenéticos, tanto de formación como de sustitución y alteración, que pueden haber sufrido, tanto los materiales arqueológicos como sus correlatos geológicos.

Como mencionábamos, al inicio de este capítulo, no hay técnica analítica única e infalible para llevar a cabo la correlación entre los materiales líticos del yacimiento arqueológico y los contextos geológicos en los cuales este material aparece. Sin embargo, la petrografía y la micropaleontología, son unas técnicas importantes, ya que nos pueden ayudar a guiar las prospecciones y a determinar el origen de determinados sílex en pisos geológicos concretos (Masson, 1981; Ramos Millán, 1986; Doce, 1988; Aubry, 1991; Terradas, 1995).

A pesar de su indudable interés, estas técnicas presentan también algunos inconvenientes, que debemos conocer, antes de adoptarlas como mecanismos para el estudio de los materiales de cualquier yacimiento arqueológico.

2.3.4.1.- Problemas de los estudios petrográficos, de micropaleontología y de palinofacies sobre rocas sedimentarias silíceas.

El principal problema que debemos tener en cuenta, al tratar con restos de naturaleza arqueológica, es que nos hallamos ante unas **técnicas destructivas de las muestras**, al menos de manera parcial, para la consecución tanto de las láminas delgadas, como de la cantidad de muestra a disolver por los ácidos. Además, el ácido fluorhídrico, utilizado

para la disolución del sílex, disuelve también la sílice y la calcita de los fósiles, por este motivo, el estudio de palinofacies sólo toma en consideración los fósiles de pared orgánica.

Este problema de destrucción del material puede solucionarse, en parte, mediante una selección previa de las muestras a analizar, que tenga en cuenta su tamaño, así como el hecho de qué tipo de evidencia arqueológica es: un útil, un soporte, un resto de talla...

Del mismo modo, debemos valorar la información que nos puede proporcionar su destrucción. Por ejemplo, la caracterización de palinofacies suele llevarse a cabo sobre sílex de coloraciones oscuras, en los cuales la presencia de materia orgánica parece estar asegurada por su color, ya que la cantidad de materia orgánica conservada en muestras de tonalidades claras se ha revelado francamente escasa.

Otro elemento, que puede paliar los efectos negativos de la destrucción del material, en este caso arqueológico, es el uso de los microperforadores de anillo de diamante. Su uso supone un deterioro mínimo para las piezas¹, especialmente interesante, en el caso de materiales musealizables (Ricq de Bouard, 1987; Orozco, 1990; Casas, 2000).

A pesar de todo, el principal inconveniente de las técnicas de caracterización descritas hasta ahora radica en una característica intrínseca del sílex, que no es otra que la aleatoriedad de su propia composición. El estudio petrográfico y micropaleontológico de láminas delgadas y la caracterización de palinofacies, han sido definidos por los propios investigadores que utilizan estas técnicas como aleatorios². Esto significa que las diferentes formas mineralógicas de la sílice (cuarzo, calcedonia y ópalo), así como el

¹Esta técnica, utilizada básicamente para el estudio de instrumental pulido, consiste en la utilización de un taladro, con corona de diamante, mediante el cual se extrae un cilindro de aproximadamente un cm de diámetro, la longitud del cual dependerá del grosor de la pieza. El orificio producido es fácilmente restaurable. Este procedimiento, puesto en práctica por nosotros junto con el Sr. J.Casas en el laboratorio del SERP (UB) sobre unos núcleos de sílex del yacimiento Neolítico de la Bóvila d'en Joca, demuestra un deterioro mínimo de los objetos, y no modifica su morfología original. El tamaño de la muestra es suficiente para la preparación de varias láminas delgadas.

²Recordemos que la variabilidad extrema del sílex puede afectarnos a todas las escalas (nódulo, afloramiento y formación) y sobre todos los caracteres constitutivos (color, mineralogía, restos orgánicos, ordenación estructural y composición química).

resto de elementos constitutivos del sílex, pueden distribuirse uniformemente o de forma irregular en la masa silícea.

La uniformidad de la composición cristalográfica puede complicar extraordinariamente la determinación de las fuentes de origen. Recordemos que, por otro lado, existen todas las variaciones entre las silicificaciones azoicas y ciertos sílex del Cretácico ricos en microfósiles. El reparto de estos restos orgánicos puede ser también objeto de variaciones (Masson, 1981)³. Del mismo modo, el estado de conservación de los mismos puede presentar un problema irresoluble (Doce, 1988, Grégoire, 2000).

La similitud de los dominios de sedimentación, que se observa sobre una gran superficie en la misma época, es decir, dentro de una misma región, es también un hecho problemático. Esta similitud puede provocar la homogeneidad a nivel petrográfico de las rocas silíceas (Doce, 1988; Aubry, 1991).

Los trabajos llevados a cabo en este tipo de regiones, como por ejemplo, la depresión de Ulldemolins (Priorato, Tarragona), han puesto de manifiesto la dificultad a la hora de intentar determinar mediante técnicas de análisis microscópicas las fuentes de origen. Este tipo de problema no parece tener una solución real, ya que los análisis de composición química no han presentado variaciones característica, como veremos posteriormente, en el apartado dedicado a este tipo de caracterizaciones (Doce, 1988).

En resumen, podemos señalar que las informaciones más interesantes que pueden aportar el análisis petrográfico y micropaleontológico sobre láminas delgadas, así como la caracterización de palinofacies, a los estudios de determinación de áreas de aprovisionamiento de materias primas silíceas son:

- El ambiente de sedimentación original.
- La eventual conservación de estructuras del sedimento reemplazado.
- El registro de procesos diagenéticos de substitución o alteración.

A pesar de los problemas que presentan, los análisis petrográficos y de palinofacies son muy importantes, ya que nos ayudan a guiar la prospección sobre el territorio y nos permiten determinar el origen de determinados sílex en pisos geológicos concretos (Masson, 1981; Ramos, 1986; Brooks, 1988; Doce, 1988; Aubry, 1991; Terradas, 1995).

³ Esta autora ya observó que en las zonas subcorticales del sílex de la creta aparecía una mayor densidad de espículas de esponjas.

2.3.4.2.-Aportaciones de la petrografía, la micropaleontología y la caracterización de palinofacies al estudio de materiales arqueológicos

Las técnicas descritas hasta el momento nos parecen básicas para realizar un estudio de caracterización de áreas de aprovisionamiento de materiales silíceos. A pesar de ser técnicas destructivas, presentan un escaso coste económico, y nos proporcionan gran cantidad de información, de gran valor, para alcanzar nuestro objetivo.

En la actualidad el estudio petrográfico de materiales prehistóricos no constituye ninguna novedad en el desarrollo científico de nuestra disciplina en determinados países. Son abundantes los trabajos que se han desarrollado en este campo en los últimos decenios. Sería excesivamente largo enumerarlos todos. Por este motivo, hemos escogido algunos de los que consideramos más interesantes en los últimos años en el ámbito geográfico del noreste peninsular. En primer lugar, debemos destacar la aportación que supuso a nivel nacional el trabajo desarrollado por el Dr. Xavier Terradas (1995) sobre el aprovisionamiento de materiales líticos del yacimiento de la Font del Ros en Berga (Barcelona), en que se recurrió a la petrografía, entre otras técnicas analíticas, para la caracterización tanto de muestras procedentes del yacimiento, como de muestras del entorno geológico pertenecientes al Cretácico superior, el Cuisiense inferior y superior y el Eoceno medio-superior (Terradas, 1995).

Tras el trabajo de Terradas, volveremos a documentar la petrografía, como elemento de caracterización de materiales silíceos, en nuestra tesis de licenciatura (Mangado, 1997), en la que analizamos microscópicamente los sílex del nivel II de la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida) y muestras de sílex recuperadas en los afloramientos del Sanoisiense de la Serra Llarga en Castelló de Farfanya; y muestras de sílex del Garumniense recuperadas en los conglomerados Oligocenos del Domo de Sant Mamet. Estos materiales analizados procedían de un territorio diversificado, que incluía materias primas de accesibilidad inmediata (sílex garumnienses) y materias primas relativamente alejadas del yacimiento, pues se encontraban a unos 40 Km. del mismo (sílex sanoisienses).

Posteriormente, el uso de la petrografía como elemento de caracterización, se ha aplicado, de manera más generalizada, en el marco de los distintos equipos de investigación de las universidades catalanas. De este modo, debemos destacar los trabajos del Sr. Joaquín Parcerisas (1999) de la Universidad Autónoma de Barcelona,

sobre los materiales silíceos de la Cova del Estret de Tragó (Tragó de Noguera, La Noguera, Lleida). Es un yacimiento del Paleolítico Medio, en el que se documentaron materiales, de origen similar, a los documentados por nosotros en la Cova del Parco, fundamentalmente rocas silíceas del Garumniense, de aprovisionamiento inmediato. También consideraremos los trabajos de la Srta. Nuria Morant (1998), de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona, sobre la caracterización de las materias primas del nivel I del yacimiento del Abric Romaní en Capellades (Barcelona), que le permitieron establecer una estrategia de aprovisionamiento de materiales, en posición secundaria, localizables en un radio de entre 15 y 25 Km. al NW y SW del yacimiento. Finalmente, los trabajos del Sr. David Ortega (2000) de la Universidad de Girona, que ha recurrido también a la caracterización de láminas delgadas, han venido a completar territorialmente los estudios desarrollados en el área geográfica catalana.

Sin embargo, hasta el momento, ningún trabajo sobre las posibilidades de la caracterización por palinofacies se había desarrollado en nuestro ámbito geográfico. Nuestra incursión en este campo ha sido meramente aproximativa y exploratoria, tanto de la técnica como de sus posibilidades.

De todos los trabajos mencionados queremos destacar por un lado, la calidad de la investigación, mediante la aplicación de distintas técnicas analíticas; y por otro lado, la juventud de los investigadores. Ambas características nos llevan hacia una “normalización”, desde el punto de vista científico, del desarrollo de estudios de caracterización de materias primas en nuestra área geográfica.

2.3.5. La ficha de caracterización microscópica.

La ficha de análisis microscópico que hemos diseñado para este estudio se basa en las presentadas por otros autores (Arbey, 1980; Malissen, 1977; Masson, 1979, 1981; Séronie-Vivien y Séronie-Vivien, 1987; Tarriño y Ulibarri, 1992). Esta ficha tiene como finalidad principal recoger de manera sistemática todas las observaciones y descripciones de las diferentes láminas delgadas analizadas. La ficha no contempla ningún apartado concerniente a la aproximación micropaleontológica basada en las palinofacies, pues como hemos indicado en el apartado precedente, esta técnica ha sido únicamente testada en este trabajo, y los resultados obtenidos, hasta el momento son puramente descriptivos. La ficha de inventario microscópico fue dividida en tres apartados (Mangado, 1997, 1998).

.- Apartado 1. Datos de registro. Este apartado sólo contempla los datos de registro e identificación de la lámina, es decir, el código de letras y números que la identifican. El código que hemos utilizado para diferenciar entre los materiales procedentes de prospección geológica y los materiales procedentes de yacimiento arqueológico han sido los siguientes:

MALP. Muestra Arqueológica de Lámina Delgada
MGLP. Muestra Geológica de Lámina Delgada

.- Apartado 2 y 3. En ambos apartados se contemplan los elementos a describir. Hemos diferenciado entre componentes silíceos (apartado 2), y elementos no silíceos (apartado 3), de los cuales hemos llevado a cabo su cuantificación visual.

Por lo que se refiere a los componentes silíceos hemos registrado los aspectos relacionados con la mineralogía (cuarzo, calcedonia, ópalo) y sus texturas, así como la posible presencia de fósiles silíceos.

Por lo que se refiere a los componentes no silíceos, hemos registrado las principales formas mineralógicas relacionadas con la sílice (carbonatos, yesos, óxidos de hierro) y sus texturas. Del mismo modo, hemos tenido en cuenta la presencia de microfósiles de pared carbonatada. Finalmente, hemos destinado otro apartado a los elementos detríticos/terrágenos (cuarzo clástico y minerales accesorios). En el caso de presentarse porosidad, también ha sido documentada.

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA LÁMINA		
MALP:	MGLP:	
2.- COMPONENTES SILÍCEOS		
Megacuarzo: %	Heterométrico %	Palisádico
		Petaloide
Tamaño:	Isométrico %	En mosaico
		En puzzle
		Almenado
		Formas hexagonales
		Extinción fibrosa ondulante
Disposición en la lámina:		“microflamboiant”
		Isométrico

Microcuarzo: %		Isométrico			
Tamaño		Ondulante			
Distribución en la lámina					
Criptocuarzo: %					
Cuarzo fibroso: %		<i>Length-fast</i>	Morfología	Botroidal	
			Esferulítica		
		Disposición en la lámina			
		<i>Length-slow</i>	Morfología	Botroidal	
Esferulítica					
Disposición en la lámina					
Ópalo: %		Ópalo A			
		Ópalo CT			
		Microfósiles silíceos	Radiolarios		
			Diatomeas		
Espículas silíceas					
3.- COMPONENTES NO SILÍCEOS					
Carbonatos %	Tamaño	Distribución en la lámina	Previo a la silicificación	Bioclástico	Esquelético: Tipo
				No esquelético: Tipo	
			Mineral	Romboedros	
				Pseudomorfos	
Micrita					
Posterior a la silicificación		Identificación			
Características					
Óxidos de hierro %	Testimonios evaporíticos %	Terrígenos/detríticos %			
Morfología	Relictos Anhidrita	Pseudomorfos lenticulares	Morfología	Cuarzo	
				Moscovita	
				Otros	
Tamaño	Tamaño	Tamaño			
Disposición en la lámina	Disposición en la lámina	Disposición en la lámina			
Porosidad %	Inventario fotográfico				
Disposición en la lámina					
Comentarios					

Fig. 50. Ficha de caracterización microscópica utilizada en este trabajo.

2.4.- TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA.

2.4.1.-Introducción.

Como hemos estado viendo a lo largo de este capítulo, ante el estudio de una roca silícea nos podemos hacer distintas preguntas, entre las cuales destacan las referentes a su medio y mecanismo de formación. ¿Pueden las rocas silíceas en sí mismas, por sus caracteres texturales o estructurales, reflejar el tipo de roca que sustituyeron, o el ambiente en que se produjo esta sustitución?

Las técnicas que hemos descrito, hasta el momento, son las que nosotros hemos utilizado en este trabajo para responder a estas preguntas. Nuestra labor se ha centrado en la descripción macroscópica y en los análisis petrográficos y palinológicos.

Junto a éstas, hay otras técnicas analíticas, que han sido utilizadas por diversos investigadores, para la caracterización de las rocas silíceas, y en algunos casos, han sido aplicadas a problemas arqueológicos.

Se trata de técnicas de caracterización física y de caracterización química. Aunque no han sido utilizadas por nosotros, creemos que es necesario hacer referencia a las mismas, y a los resultados que han proporcionado, dado que son los campos en los cuales la investigación está profundizando más en los últimos años. Intentaremos exponer, de manera breve, tanto su funcionamiento, como las ventajas e inconvenientes que supone su aplicación.

2.4.2.- Las técnicas físicas de caracterización.

La gama de técnicas físicas utilizables para la determinación de los minerales es muy amplia (Zussman, 1967). Las técnicas basadas en las características físicas del sílex han sido utilizadas, especialmente, como un elemento más, del conjunto de trabajos de caracterización de los sílex. Así, el estudio de la superficie específica, la mesoporosidad y el volumen de poros, son características físicas fuertemente relacionadas con la estructura cristalina y el hábito de las fases silíceas. Estos parámetros pueden determinar aspectos de gran interés, desde el punto de vista arqueológico, como son los procesos de alteración del sílex, o las trazas de uso (Fort et al, 1997). Las principales técnicas físicas utilizadas para la caracterización del sílex han sido: **la determinación de la densidad**, ya

que ésta es una característica propia de cada sustancia cristalina, y **la absorción de ondas luminosas**.

Estas técnicas se han mostrado muy eficaces para la determinación de las características de grupos de sílex de facies convergentes (Aubry, 1990, 1991; Fouéré, 1990). Ambas presentan unas ventajas nada menospreciables:

.- En primer lugar, se trata de **técnicas no destructivas**, lo cual cosa permite obtener datos sobre un gran número de piezas, sin vernos limitados por la selección de categorías, es decir, tanto podemos analizar útiles, como soportes, como restos de talla. Este hecho es más importante de lo que parece, dado que las materias primas que tradicionalmente definimos como exógenas, es decir, aquellas que no provienen del marco litológico regional, y que por lo tanto, han sido obtenidas, generalmente, por intercambio, se corresponden normalmente con útiles. El estudio de éstos útiles, según métodos destructivos, nos supone más de un problema, ya que su cantidad en un conjunto industrial dado suele ser muy limitada, y el arqueólogo es reacio a destruirlas para analizarlas.

.- En segundo lugar, el instrumental necesario para llevar a cabo estas caracterizaciones físicas es **simple**, tiene un **escaso coste económico** y **no requiere de la intervención de técnicos especializados para la manipulación de las muestras**.

2.4.2.1.- Determinación de la densidad.

La densidad es una propiedad fundamental y característica de una sustancia, y como tal, es una propiedad determinativa importante.

La densidad se define como la relación entre la masa de cualquier cantidad de una sustancia y su volumen, y se expresa en gramos por centímetro cúbico (Zussman, 1967).

Se han propuesto diferentes técnicas para determinar la densidad de un sólido a diferentes escalas, pero ya Bannister y Hey (1938 en Zussman, 1967) indicaron que no hay ninguna técnica universalmente aplicable.

La elección de la técnica viene dictada por la naturaleza y la cantidad de material disponible, así como por la precisión que buscamos.

.- Técnicas por desplazamiento:

Éstas se basan en la ponderación directa del sólido; el volumen de los sólidos se determina por el volumen de líquido desplazado cuando sumergimos el sólido en un líquido.

.- Picnometría:

Esta técnica de determinación de la densidad se basa en que el volumen del sólido se obtiene por la ponderación del volumen del líquido del picnómetro, desplazado por el sólido.

Debemos considerar también cual es el principal inconveniente de estas técnicas ya que dependen de la inmersión de un sólido en un líquido y esto provoca una de las fuentes de error más comunes, a causa de la posible adherencia de pequeñas burbujas de aire en la superficie del sólido. Para una máxima precisión es esencial un control meticuloso de la temperatura, y hemos de procurar asegurarnos que el material es homogéneo y se encuentra libre de inclusiones (Zussman, 1967).

Todos los métodos picnométricos se basan en las ponderaciones sucesivas del picnómetro vacío, el picnómetro más la muestra, el picnómetro más la muestra y más el líquido, y el picnómetro más el líquido sin la muestra.

Cuando el muestreo sometido a esta técnica es numeroso, se pueden llegar a producir resultados ajustados. Así, por ejemplo, gracias a la caracterización por densidad, ha sido posible resolver, en algunos casos, el problema de la convergencia de facies silíceas⁴. El problema de la convergencia introduce errores de atribución para parte del material.

Los primeros resultados de un intento de diferenciación de facies convergentes basadas en la caracterización por densidad se deben a P. Fouéré (1990). Este autor estableció la diferenciación por densidad entre los sílex turonienses de Douhet-Taillebourg (*Charente Maritime*, Francia) y los del "Bergeracois" (*Dordogne*, Francia) relacionados con el Maestrichtiense. Estos dos tipos de sílex fueron abundantemente utilizados para la fabricación de hachas pulimentadas durante el Neolítico de Aquitania.

Los trabajos llevados a cabo por el Dr. Thierry Aubry, sobre la procedencia de los sílex utilizados durante el Solutrense y el Badeguliense en la Cuenca de la Creuse (*Indre*, Francia), han permitido establecer hipótesis sobre la movilidad de los grupos humanos y su relación con el territorio que explotaban. La observación de estas series arqueológicas

4 Este término hace referencia a las silicificaciones de edades geológicas diferentes, de las que conocemos los afloramientos, pero que poseen unas características macroscópicas y petrográficas idénticas, que no nos permiten su diferenciación en contextos arqueológicos.

muestra que este grupo de materias primas puede proceder de diversos pisos, así como de sectores geográficos diferentes.

A pesar que la técnica está sometida a diferentes fuentes de error (pérdidas de líquido por evaporación, variaciones de temperatura), muestra claramente la necesidad de desarrollar técnicas de caracterización física, poco caras y no destructivas, especialmente en el caso de sílex azoicos, es decir, aquellos sílex en los que el contenido de elementos relictos (susceptibles de proporcionarnos información sobre su medio de sedimentación o los procesos diagenéticos que lo han afectado), es prácticamente nulo.

2.4.2.2.- La Difracción de Rayos X (DRX).

Otra técnica de caracterización física aplicada, de manera general, a la caracterización del sílex ha sido la difracción de rayos X (DRX) (Terradas, 1995; Morant, 1998; Casas, 2000). En este caso se trata de una técnica destructiva, ya que debe utilizarse muestra pulverizada. Aunque este problema puede aminorarse mediante la utilización de punciones selectivas (Morant, 1998; Casas, 2000; Grégoire, 2000).

La DRX obtiene información de la muestra a partir de su estructura cristalina; se basa en el presupuesto de que la estructura cristalina refleja la constitución interna de una sustancia determinada, puesto que las propiedades físicas, y la forma de los cristales de cada sustancia, son consecuencia de su estructura (Terradas, 1995).

El estudio de difracción se centra en dos aspectos: el tamaño y la orientación de los cristales.

Los análisis por DRX son por un lado cualitativos, mediante la comparación del diagrama obtenido con otros patrones standard. Por otro lado son cuantitativos, ya que permiten determinar la cantidad de cada una de las sustancias cristalinas, a partir de las medidas de las intensidades difractadas.

El análisis de DRX ha permitido, en algunos casos, la detección de fases cristalinas del cuarzo propias de ambientes altamente salinos, como sucede con la moganita (Flörke et al, 1976; Flörke et al, 1984; Heaney y Post, 1992; Heaney, 1995). De este modo, se ha podido relacionar ciertas muestras arqueológicas con contextos sedimentarios hipersalinos (Morant, 1998).

2.4.2.3.- El índice de cristalinidad.

En el marco de esta generalización de la técnica física de la DRX debemos destacar diversos tipos de análisis y sus aplicaciones arqueológicas. En este sentido, es necesario referenciar los estudios, por DRX, desarrollados sobre el índice de cristalinidad (Bustillo y La Iglesia, 1979) y su aplicación arqueológica (Doce y Alcobé, 1997). La DRX de muestras de sílex con distintas edades, texturas y rocas asociadas (calizas, dolomías o yesos), ha sido utilizada para la determinación del índice de cristalinidad de las muestras, hecho que ha permitido demostrar que los índices de cristalinidad son dependientes de la naturaleza de la roca afectada por la silicificación. Cuando ésta es de naturaleza caliza, los cuarzos producidos tienen índices de cristalinidad más altos, que cuando es yesífera. Esto es explicable porque los cuarzos originados en ambiente yesífero pueden poseer mayor cantidad de impurezas que los originados en ambiente calizo.

Esta técnica puede servir entonces para determinar ambientes de sustitución, que sólo habían sido estudiados a partir de determinaciones texturales microscópicas (Bustillo y La Iglesia, 1979).

La comparación de los índices de cristalinidad, ha sido utilizada como técnica arqueopetrográfica, con el propósito de determinar las áreas fuente de aprovisionamiento de los grupos prehistóricos asentados en el valle del río Montsant (Priorato, Tarragona) (Doce y Alcobé, 1997). Estos autores llevaron a cabo la comparación de los índices de cristalinidad y el volumen de celdilla, entre muestras procedentes del complejo evaporítico Ulldemolins y la formación caliza Montblanc.

Los resultados obtenidos para el Complejo Ulldemolins son consistentes con los valores hallados por Bustillo y La Iglesia; es decir, ($<1,6$) para el cuarzo de los sílex de ambiente evaporítico. Sin embargo, las muestras analizadas de las calizas microcristalinas de la Formación Montblanc, presentaron valores ligeramente inferiores a los obtenidos de las muestras del Complejo Ulldemolins. Esta aparente contradicción puede explicarse por no percibirse, en el campo, que estos niveles carbonatados presentaban recristalizaciones de antiguos cristales lenticulares de yeso, epigenizados en calcita, lo cual sugiere que en el ambiente original tuvieron lugar episodios evaporíticos.

En 1979 había pocos estudios específicos de la variación de cristalinidad observada por DRX en función de las impurezas químicas presentes en el mineral. Posteriormente, se desarrollaron más estudios (Arriortua y otros, 1984; Elorza y Arriortua, 1985; Elorza y otros, 1985; Tarrío y otros, 1989, en Doce y Alcobé, 1997), que llegaron a la

conclusión de que la cristalinidad disminuye con el incremento del volumen de la celdilla. Sin embargo, la variación de la cristalinidad del cuarzo no es función lineal de la concentración de impurezas de la red. Relacionar las intensidades de los efectos de difracción con cristalinidades puede conducir a grandes errores, si no se tiene en cuenta las distintas composiciones químicas del cuarzo (Bustillo y La Iglesia, 1979).

2.4.2.4.- La porosimetría de mercurio.

La última técnica de caracterización física a la que queremos referirnos es la de la porosimetría, que en el caso de ser de mercurio debe considerarse una técnica semidestructiva. Si bien el aspecto externo del material no se modifica, éste queda inhabilitado para ulteriores tipos de caracterizaciones.

La porosimetría es una técnica utilizada ampliamente en el campo de la caracterización de los materiales destinados a la construcción, ya que se trata de un parámetro que nos indica la resistencia del material. La porosimetría no es, ni más ni menos, que la técnica utilizada para calcular la porosidad interna de los materiales, que es una característica ligada a la densidad. Esta técnica nos proporciona información de orden cuantitativo (densidad) así como cualitativa (tipo de porosidad, distribución de los poros).

La inyección de mercurio al vacío desplaza el agua contenida en los poros, con lo cual, obtenemos los resultados reales de porosidad, eliminando factores de error como la posible evaporación de agua.

Su aplicación en arqueología es muy reciente. Sólo conocemos, bibliográficamente, su uso sobre materiales silíceos del sepulcro de fosa de la Bòbila d'en Joca (Barcelona) llevada a cabo por J. Casas (2000). Esta técnica mostró la homogeneidad entre las tres muestras arqueológicas analizadas (Casas, 2000), si bien la falta de comparación con cualquier otro material de referencia geológica, deja el valor de dicha técnica en suspense por el momento.

2.4.3-Las técnicas químicas de caracterización.

En las últimas décadas, el acceso a una amplia variedad de instrumental técnico analítico ha permitido la aparición de varias técnicas de análisis químicos del sílex.

Las técnicas de caracterización química nos informan sobre la composición química elemental de los materiales analizados. Sin embargo, la caracterización de fuentes de

sílex no se ha mostrado nada fácil, dados los problemas inherentes al muestreo, preparación de las muestras, escasez de datos y de análisis. Según McDonnell et al (1997), ninguna técnica de caracterización de fuentes de sílex basada en análisis químicos posee, en la actualidad, bases estadísticas suficientemente fuertes para su aplicación en el campo arqueológico. A pesar de ello, la diferenciación de los sílex a partir de sus características químicas, ha sido utilizada por numerosos autores (Doce, 1988; McDonnell et al, 1997; Consigny y Walter, 1997; Grégoire, 2000).

Para iniciar esta breve aproximación a las caracterizaciones químicas de los materiales silíceos debemos decir que, las técnicas de análisis químicos se dividen en tres grupos fundamentales, en función de la fuente de energía utilizada para excitar los electrones de la muestra.

.- Técnicas que utilizan la luz .	Espectroscopia de emisión óptica. Espectroscopia de absorción atómica.
.- Técnicas que implican absorción o emisión de rayos X .	Fluorescencia de rayos X. Microsonda electrónica. Emisión de partículas inducidas por rayos X.
.- Técnicas de análisis por activación neutrónica .	

Antes de pasar a describir el amplio abanico de posibilidades analíticas, que ha supuesto la introducción de las técnicas químicas en nuestro campo de estudio, creemos muy necesario hacer una valoración general previa de las mismas.

El problema principal de utilización de estas técnicas se manifiesta en la variabilidad extrema y multidimensional del sílex, que se expresa en las características químicas de los materiales.

Los análisis químicos muestran valores en sílice comprendidos entre el 70 y 99,9%⁵ (Cressman, 1962; Luedtke, 1979; Petijohn, 1975; Trauth, 1978; Masson, 1979, 1981).

Este problema de la variabilidad extrema tiene una solución: "El número de muestras mínimo para caracterizar una fuente estimamos que ha de ser al menos de 10, y preferiblemente 30 muestras habrían de ser analizadas para una fuente relativamente homogénea" (Luedtke, 1978). Sin embargo, al mismo tiempo se genera un problema nuevo, el del elevado coste económico, juntamente con el hecho que, nos encontramos ante técnicas generalmente destructivas de la muestra, al menos en parte, con el problema añadido que esto comporta cuando tratamos con útiles prehistóricos.

Otros inconvenientes de los métodos de caracterización química son:

Los cambios en la composición química que pueden sufrir las muestras arqueológicas, por fenómenos de hidratación, lixiviación, u otras alteraciones postdeposicionales, que pueden provocar errores, por ejemplo, al determinar como no identificada una fuente de materia prima de una muestra arqueológica, cuando de hecho puede pertenecer a una de las fuentes de materia prima incluidas en el trabajo (Doce, 1988; Gregoire, 2000).

Para que los análisis químicos del sílex sean útiles, en el muestreo de evidencias arqueológicas, debemos asumir que la composición de los sílex no permanece inalterada. Procesos de exposición aérea, de contacto con los sedimentos, u otros procesos pueden afectar al análisis químico (McDonnell et al, 1997, Grégoire, 2000). Por tanto, cabe admitir esta variabilidad de las rocas silíceas en el marco conceptual/teórico de nuestra investigación, sino podemos comprometer seriamente nuestro trabajo de identificación, y por tanto, nuestras conclusiones (Luedtke, 1978, 1979; Masson, 1979, 1981; Ramos, 1986; Doce, 1988; Gregoire, 2000).

Por otro lado, podemos aumentar el grado de error por el uso de excesivas variables en los análisis discriminantes, que podrían hacernos creer que estamos ante una muestra de origen desconocido, cuando de hecho pertenece a una de las fuentes incluidas en el trabajo (Doce, 1988; Grégoire, 2000).

Uno de los elementos clave, para no llevar a cabo los análisis geoquímicos sistemáticamente, con los restos recuperados en contextos arqueológicos, es su elevado

⁵Los porcentajes referidos a sílex cretácicos son generalmente superiores al 95%. -96,8% para 57 muestras de la Cuenca de París-(Trauth, 1978). Los porcentajes inferiores se aplican a muestras de *chert* de la clasificación americana que engloba rocas con características petrográficas diferentes.

coste económico; motivo por el cual, estas técnicas suelen reservarse para verificaciones de presunciones de orígenes establecidas por otros métodos.

En 1987, Séronie-Vivien y Séronie-Vivien señalaban que "a nivel de investigaciones arqueológicas, la metodología geoquímica se considera que se encuentra en sus inicios y es poco fiable". Han pasado más de diez años, desde las reflexiones del matrimonio Séronie-Vivien, y el número de trabajos especializados, y reuniones consagradas al estudio científico del sílex no ha parado de crecer. Sin embargo, a nuestro parecer, la situación ha variado poco. Si bien algunos investigadores cargan sus tintas contra técnicas como la macroscopía y la petrografía o la micropaleontología, no sucede lo mismo cuando deben valorar sus aproximaciones, desde las aportaciones de la química del sílex. Nosotros creemos, y así lo estamos manifestando a lo largo de este capítulo, que no hay técnica infalible ni universalmente aplicable. Todas las técnicas tienen sus inconvenientes y sus ventajas, y como arqueólogos, debemos valorar la aplicación de cada una de ellas, en función de las preguntas que queramos responder.

Volviendo al tema que ahora nos interesa, debemos decir que los elementos químicos que se pueden determinar en una muestra se subdividen en **tres categorías**: mayores, menores y traza.

.- Elementos mayores.	Son aquellos que forman un 2%, o más, de la muestra.
.- Elementos menores.	Aparecen en proporciones entre 0'1% y el 2% son los siguientes: Al, Mg, Ca, Fe, Na, K y Ti.
.-Elementos traza.	Son aquellos que se presentan en proporciones inferiores al 0'1%, y se miden normalmente en ppm (partes por millón).

De estos tres grupos suelen ser los elementos traza los escogidos para intentar determinar el origen de la muestra arqueológica. El problema que presentan es que son muy variables dentro de una misma muestra (Luedtke, 1979; Trauth, 1978). La caracterización de los elementos traza, en sílex de yacimientos prehistóricos, ha sido realizada a partir, particularmente, de los materiales procedentes de las minas, y se basa, en las variaciones de composición química de los sílex, observadas vertical y horizontalmente. Este es el caso de la aplicación de los análisis de espectrometría de

emisión atómica con plasma de acoplamiento inductivo (ICPAES). Las principales ventajas de esta técnica radican en el amplio abanico de elementos detectables (24), los límites bajos para su detección, la buena precisión, los rangos de calibración lineal largos y su rapidez. Su aplicación, a un conjunto de seis minas neolíticas de sílex de Holanda y Bélgica, ha permitido la caracterización de cada una de las producciones de hachas llevadas a cabo en ellas; siendo el análisis macroscópico impracticable por la presencia de numerosas pátinas (McDonnell et al, 1997).

2.4.3.1.-Técnicas químicas de caracterización basadas en la luz.

2.4.3.1.1.-Espectroscopia por emisión óptica (OES).

Esta técnica se basa en el registro del espectro óptico de las líneas que se emiten cuando una muestra se calienta a altas temperaturas, que se sitúan entre los 4000 y 5000° K. Se trata de una técnica excelente, siempre que lo que se pretenda sea obtener un rápido examen cualitativo, o semicuantitativo de un grupo de muestras. Sin embargo, presenta algunos inconvenientes. En primer lugar, requiere de la destrucción total de la muestra (pulverización). En segundo lugar, su precisión y exactitud dejan bastante que desear (Doce, 1988), ya que los análisis realizados por investigadores como Sieveking et al, (1970, 1972), revelaron que las líneas del espectro del silicio solapaban las de otros elementos. Esta técnica presenta otro gran inconveniente, ya que sólo permite la cuantificación de los elementos mayores. Dado el coeficiente de variación observado en la repetición de análisis en una misma muestra, que podía alcanzar el 20%, esta técnica fue progresivamente substituida por la espectroscopia por absorción atómica (AAS), que permite detectar los mismos elementos químicos de forma mucho más precisa, especialmente si aparecen en grandes concentraciones.

2.4.3.1.2.-Espectroscopia por absorción atómica (AAS).

Esta técnica se basa en la absorción, por parte de los átomos presentes en la muestra, de la luz emitida desde una lámpara catódica. La cantidad de muestra oscila entre 10 mg y 1 g, en función de qué concentración de elementos deseemos estudiar⁶. Mediante esta técnica se puede detectar más de 65 elementos químicos (Doce, 1988). Para los elementos mayores, el AAS, tiene una precisión de $\pm 1\%$, mientras que en los elementos

menores y traza la precisión se reduce respectivamente al ± 5 y ± 15 %. Esta técnica es importante, porque llega a detectar elementos químicos con el número atómico muy bajo, como por ejemplo el litio (Doce, 1988). Esta técnica fue aplicada, por primera vez, en el estudio de un conjunto de siete yacimientos mineros (5 ingleses y 2 continentales). El estudio de cuatro elementos traza se mostró altamente significativo, salvo en el caso de dos minas que se encontraban separadas por pocos kilómetros (Sieveking et al, 1972).

2.4.3.2.-Técnicas que implican absorción o emisión de rayos X.

2.4.3.2.1.-Fluorescencia de Rayos X (FRX) o espectrometría por FRX.

Está ampliamente difundida para la realización de análisis elementales, cualitativos y cuantitativos. La principal ventaja de su aplicación radica en la posibilidad de no destruir el material a analizar, aunque para mejorar la homogeneización de la muestra suele destruirse, al menos, parte de la misma.

La cantidad de material necesario para llevar a cabo este análisis es, aproximadamente, de 1 gr. para determinar los componentes principales, y de 5 a 10 gr. para poder determinar los componentes secundarios. Este procedimiento se fundamenta en que la muestra es irradiada por un haz de rayos X, que excita los electrones de los átomos del material. Los átomos recuperan su estabilidad, por sucesivas transiciones de electrones de estados de alta energía a estados de baja energía. Cada una de estas transiciones emite una radiación o fluorescencia. Los rayos X fluorescentes se caracterizan, tanto por su energía, como por longitudes de onda diferentes, en función del elemento desde el cual son emitidos. De este modo, midiendo la intensidad de los rayos X, para diferentes longitudes de onda, es posible determinar las concentraciones de los diferentes elementos químicos presentes en la composición de las muestras (Doce, 1988).

La FRX se ha aplicado fundamentalmente a la determinación de fuentes de obsidiana.

Otras técnicas que recurren a los rayos X son: la **microsonda electrónica**, y el análisis por emisión de partículas inducidas por rayos X, más conocido por **PIXE**.

Ambas técnicas se basan en el mismo principio, muy parecido al de la fluorescencia, es decir, miden la energía que desprenden los átomos al recuperar su estado de equilibrio. A diferencia de la técnica anterior, éstas utilizan un haz concentrado de partículas cargadas de energía, con lo cual, sólo podemos caracterizar una parte muy pequeña de la muestra

⁶ La cantidad necesaria es mayor para analizar los elementos traza que los elementos mayores

(Doce, 1988). Su aplicación a los estudios de procedencia de materias primas se ha centrado en la obsidiana.

2.4.3.3.- Técnicas que implican la activación neutrónica.

Los análisis por activación neutrónica (NAA) utilizan, como energía, un haz de neutrones producidos por un reactor nuclear. No es una técnica destructiva de la muestra, si bien tras su manipulación la muestra se convierte en radioactiva. Esta técnica se utiliza, fundamentalmente, para la determinación de elementos traza, ya que puede detectar gran cantidad de elementos en concentraciones de 0.1 ppm, con un margen de error de $\pm 5\%$ del valor medio (Doce, 1988). Su alto poder de resolución, a nivel de elementos traza, ha hecho que esta técnica sea ampliamente utilizada en los trabajos de determinación de fuentes de materias primas.

2.4.3.3.1.- Espectroscopia por emisión de plasma.

La espectroscopia por emisión de plasma es más conocida por IPCAES (*Inductively-Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy*). Esta técnica requiere sólo 10 mg. de muestra. La muestra disuelta, por tanto es una técnica destructiva, se inyecta en un flujo de argón para formar un aerosol. Éste se calienta, mediante el uso de una frecuencia de radio, hasta alcanzar los 6000° C de temperatura, momento a partir del cual, se transforma en una luz de plasma. El espectro de emisión, que se produce por los átomos excitados, es analizado para revelar los elementos presentes y sus concentraciones. Los límites de su detección se sitúan entre 0'01 y 0'1 ppm, con un margen de error del $\pm 5\%$ del valor medio (Doce, 1988). Esta técnica ha sido utilizada satisfactoriamente para la caracterización de materiales geológicos procedentes de minas prehistóricas de Holanda, Bélgica y Alemania (McDonnell y otros, 1997).

Una variante de esta técnica conocida como LAICPMS (*Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*) ha sido utilizada recientemente por S. Grégoire (2000). A diferencia de la técnica anterior, ésta última no es destructiva. Esta técnica de análisis permite calcular los valores de elementos mayores, menores y traza en estado sólido, conservando la muestra intacta. De ahí su interés para la caracterización de muestras arqueológicas. Apenas algunas ablaciones microscópicas (perforaciones de 80 μm , invisibles a simple vista) son suficientes para realizar este tipo de análisis, que se basan en la hipótesis que cada afloramiento de sílex posee una composición característica

(Blett, 1999). Mediante esta técnica, la autora ha podido relacionar una muestra procedente del yacimiento de L'Arbreda (Girona) con las formaciones silíceas de *Roquefort-des-Corbières*. Las similitudes en contenido de uranio, así parecen demostrarlo (Grégoire, 2000). Sin embargo, la propia autora considera que la complejidad del método, su coste económico y los escasos resultados obtenidos no justifican su aplicación.

2.4.3.4.- Caracterización isotópica del sílex.

Finalmente en este capítulo consagrado a las técnicas de caracterización del sílex queremos hacer mención de la aplicación de los estudios isotópicos, ya que las relaciones en los valores isotópicos de los elementos estables: H, C, O, N, S, Sr y Pb han permitido en ocasiones resolver cuestiones relacionadas con la procedencia de los materiales arqueológicos (Herz, N y Garrison, E.G, 1998).

2.4.3.4.1.- ¿Qué es un isótopo?

Los isótopos son átomos de un mismo elemento, el núcleo de los cuales contiene el mismo número de protones, pero diferente número de neutrones.

Los isótopos estables, que tienen interés para resolver problemas geológicos, son los que tienen el peso atómico más bajo: H, C, N, O y S. Estos elementos químicos son muy abundantes en la naturaleza y participan en muchas reacciones geoquímicas, además de ser los elementos más importantes en los sistemas biológicos (Utrilla y Travé, 1990).

La geoquímica isotópica aplicada a los estudios sedimentológicos nos permite determinar cual era el ambiente deposicional del sedimento y los procesos diagenéticos que ha sufrido (Utrilla, 1989).

2.4.3.4.2.- Importancia del medio acuoso.

Toda reacción química natural (geoquímica, bioquímica o biogeoquímica), que se produzca dentro del intervalo de temperaturas de la superficie terrestre, tiene lugar, en mayor o menor grado, en un medio acuoso. Por tanto, el agua es el elemento fundamental, ya que por un lado actúa como lazo entre reactivos y productos -puesto que normalmente se encuentran en solución-, y por otro lado, el agua es fundamental para que los organismos realicen sus funciones vitales. El agua oceánica constituye el 98% de la hidrosfera, por ello se toma como valor de referencia el SMOW (*Standard*

Mean Ocean Water) en las determinaciones de la composición isotópica del oxígeno y el hidrógeno.

Las principales variaciones en la composición isotópica del agua marina están íntimamente relacionadas con la temperatura (en función de la latitud y la altitud), la continentalidad y la tasa de precipitación.

El oxígeno presenta tres isótopos estables. El ^{17}O es raro, sin embargo ^{16}O y ^{18}O son muy abundantes, y sus proporciones relativas nos aportan información importante sobre las condiciones en la que los sílex se formaron. Así por ejemplo, cuando el agua se evapora el ^{16}O , más ligero, se evapora más fácilmente, como resultado el ^{18}O , que es un isótopo más pesado, se concentra en las aguas que no se han evaporado. Sin embargo, los datos de los isótopos de oxígeno del sílex deben utilizarse con precaución, ya que el $\delta^{18}\text{O}$ del sílex cambiará en cada uno de los estadios de la diagénesis, debido a los procesos de solución y precipitación. De este modo, el valor isotópico representará la temperatura del último cambio diagenético, pero no la temperatura original del océano (Luetdke, 1992).

2.4.3.4.3.- La composición isotópica.

Es imposible determinar el valor isotópico absoluto de los diferentes elementos. La composición isotópica nos da, por lo tanto, la abundancia relativa de los diferentes isótopos.

El estudio de las composiciones isotópicas llevado a cabo por Shaffer y Tankersley (1989), en la zona oriental de Estados Unidos; así como la comparación llevada a cabo por O'Neil y Hay (1973) y Stiles, Hay y O'Neil (1974), en la garganta de Olduway, utilizando el $\delta^{18}\text{O}$ permitieron determinar las áreas fuentes de los útiles de sílex. En el caso de Tanzania, los afloramientos correspondían a distintos paleolagos con variaciones significativas de su salinidad.

3.-LA COVA DEL PARCO.

3.0.-INTRODUCCIÓN.

El primer yacimiento que trataremos en esta tesis doctoral es la Cova del Parco. Los motivos que nos llevan a presentar en primer lugar este yacimiento son varios. Primeramente, la Cova del Parco fue el yacimiento sobre el que versaron nuestros primeros trabajos de prospección y caracterización de materiales silíceos, en concreto sobre el nivel del Magdaleniense final (nivel II) excavado entre los años 1989 y 1992 (Mangado, 1997; Albert et al., 1997; Mangado, 1998a y 1998b). En segundo lugar, la codirección que desde el año 2000 asumimos, nos ha llevado a una vinculación muy estrecha, tanto con la problemática del estudio de los materiales silíceos recuperados en el yacimiento, como con la dinámica de la excavación en general.

3.1.- SITUACIÓN.

La Cova del Parco se encuentra ubicada en el término municipal de Alòs de Balaguer (La Noguera, Lleida). Geográficamente corresponde a la Alta Noguera Occidental. Esta zona está configurada alrededor del macizo prepirenaico del Montsec.

El yacimiento de la Cova del Parco se localiza en la vertiente meridional del domo de San Mamet, a unos 120 metros s.n del río Segre, y a 420 metros s.n.m.

La orientación del yacimiento es N-S y sus coordenadas son: 0° 56' 31"E y 41° 54' 48"N. (Según mapa topográfico de Artesa de Segre. Hoja nº 328. I.G.M.E. 1959. E: 1:50.000. Servicio Geográfico del Ejército. Proyección U.T.M, según meridiano de Greenwich).

El yacimiento de la Cova del Parco está constituido por una cueva, denominada Parco 1, y por un abrigo, Parco 2. La cueva, Parco 1, constituye una galería única que adopta una

planta alargada de 10,5 por 4,5 metros, con un fuerte gradiente hacia el interior. El recorrido es muy rectilíneo.

El abrigo, Parco 2, adopta una planta rectangular de 5,5 por 11,5 metros (Fullola et al., 1990).

3.2.-MARCO LITOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO.

La Cova del Parco pertenece a un complejo cárstico que se desarrolla en los conglomerados oligocenos del sinclinal de la Massana. Este sinclinal se extiende en dirección E-W, desde el río Noguera Ribagorzana, en las proximidades de la Massana, hasta el afloramiento triásico de Alòs de Balaguer (Pocoví, 1978).

La geometría de este sinclinal varía notablemente del flanco norte al flanco sur, y en este último es muy distinta la mitad oriental de la occidental. Se trata de un sinclinal muy abierto. El flanco norte está constituido por las calciarenitas del Cretácico superior, muy fracturadas, sobre las que se adosan los conglomerados del Terciario (Oligoceno), fosilizando un paleorelieve y manifestando una intensa actividad de las fracturas durante la sedimentación. El flanco sur, en la mitad W, muestra otra prueba de importantes movimientos simultáneos a la deposición de estos conglomerados. La mitad E, es más compleja: el sinclinal es mucho más cerrado, con el plano axial hacia el N-NE. El flanco sur queda laminado por una fractura. Esta fractura, y toda una franja de fallas que se extiende desde Alòs hasta El Castellar, constituyen la "línea de Alòs" según Misch (1935, en Pocoví, 1978).

Esta línea es un accidente importante, que delimita dos zonas de geometría muy diferente: al norte de esta línea se encuentra el núcleo del sinclinal de la Massana, y al sur, hay una zona intensamente plegada con los ejes de dirección N-S (Sierras de Boada, Carbonera, y de Sant Jordi) que se interrumpen contra este accidente.

Desde un punto de vista geomorfológico, la zona de Alòs de Balaguer corresponde a un desfiladero fluvial, excavado por el río Segre, al atravesar las rocas carbonatadas de las Sierras Exteriores Pirenaicas.

Las formas del relieve son las típicas de un paisaje calizo y de conglomerados, con relieves abruptos y escarpados. Los depósitos cuaternarios que se han individualizado en esta zona son:

.-Terrazas fluviales formadas por el río Segre y por el barranco del Prat. Desde el punto de vista que aquí nos interesa, las litologías documentadas, fundamentalmente, en las terrazas son: cantos rodados de calizas, granitos, cornubianitas, pórfiros, cuarcitas y areniscas.

.- Los conos de deyección y los depósitos de vertiente son escasos, y de poca entidad, dado que por un lado, en esta zona predominan los procesos erosivos sobre los acumulativos, y por otro lado, la disposición general de las vertientes, muy abrupta, no favorece la conservación de estos depósitos (Peña, 1983).

3.3.-EL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE LA COVA DEL PARCO.

3.3.1.- Introducción.

El yacimiento de la Cova del Parco fue descubierto en 1974 por el Dr. J. Maluquer de Motes y por el Sr. Rafel Gomà, conocido popularmente con el sobrenombre de “Rafel del Parco”, quien dio nombre al yacimiento.

Los primeros trabajos arqueológicos se remontan al mismo año 1974 y continuaron hasta 1984, bajo la dirección del Dr. Maluquer de Motes. En aquel decenio se llevaron a cabo trabajos de excavación tanto en el ámbito de la cueva (Parco 1), como del abrigo (Parco 2). El esfuerzo destinado a la obtención de materiales arqueológicos no corrió parejo, sin embargo, a su estudio y publicación. El análisis de los materiales, fundamentalmente neolíticos, recuperados durante la dirección del Dr. Maluquer se ha llevado a cabo recientemente (Petit-ed, 1996).

Los niveles paleolíticos se descubrieron en 1984. Los primeros trabajos consagrados a su estudio aparecieron inmediatamente (Maluquer, 1983-84), una primera síntesis (Fullola, G^a-Argüelles y Millán, 1988) y la tesis doctoral de la Dra. Pilar García-Argüelles (1988).

En estos trabajos se destaca la importancia del hallazgo de dichos niveles paleolíticos. La Cova del Parco fue el segundo yacimiento en proporcionar una cronología del Paleolítico Superior en la Cataluña occidental, tras la Balma de la Peixera d'Alfès (Fullola et al, 1985). De este modo, quedaba descartada definitivamente la hipótesis de la ausencia de ocupaciones humanas de aquel periodo en dicha región. (García-Argüelles, 1988).

La Cova del Parco aportó una segunda novedad en la investigación del Paleolítico de Cataluña, ya que por primera vez se documentó la presencia de industria ósea fuera del núcleo gerundense "clásico".

Los resultados obtenidos potenciaron la continuidad de las excavaciones llevadas a cabo desde 1987 bajo la dirección del Dr. J. M. Fullola i Pericot. La Dra. M^a M. Bergadà y el Sr. R. Bartrolí se incorporaron al permiso de excavación con posterioridad, en 1988 y 1989 respectivamente. Los tres investigadores constituyeron el equipo de dirección de dicho yacimiento hasta 1.999. A partir del año 2000, como ya hemos indicado anteriormente, el doctorando sustituyó a la Dra. Bergadà en la codirección del yacimiento.

La metodología aplicada por el Dr. Maluquer generó un desnivel importante entre las ocupaciones de Prehistoria reciente y los infrayacentes niveles paleolíticos. Para subsanar esta situación, y para poder aplicar una metodología basada en la excavación por extensión, y no por sondeo, se llevó a cabo desde 1992 la excavación del testigo estratigráfico dejado por Maluquer, en la que tomó parte como peticionaria del permiso la Dra. M.A. Petit. El resultado de dichos trabajos fue la exhumación de varios niveles epipaleolíticos, que han constituido una de las partes de nuestro proyecto de tesis doctoral.

El propio Maluquer ya había advertido de la posibilidad de la existencia de una ocupación mesolítica de la cueva (Maluquer, 1983-84), ya que la base de los estratos neolíticos reposaba sobre un nivel en el que la cerámica había desaparecido y ofrecía una industria lítica pobre con algún trapecio y triángulo. Maluquer no definió el nivel con claridad, aunque sí le atribuyó una cronología neolítica o de un Epipaleolítico en vías de neolitización (G^a-Argüelles, 1988).

La excavación de dichos niveles se concluyó en el año 2000.

3.3.2.- Dataciones absolutas y secuencia cronocultural.

La larga secuencia sedimentaria observada en la Cova del Parco ha convertido este yacimiento en un referente fundamental para el conocimiento de la Prehistoria en nuestro entorno geográfico. Por un lado, la Cova del Parco ha proporcionado una secuencia coherente de dataciones absolutas. Por otro lado, como veremos posteriormente, ha proporcionado una secuencia de evolución climática fundamental para la comprensión de los cambios medioambientales en la transición Pleistoceno-Holoceno en la cuenca mediterránea de la Península Ibérica.

La secuencia cronocultural del yacimiento abarca desde el final del Paleolítico Superior (Magdaleniense) hasta la Edad del Bronce. Aunque como ya hemos indicado los niveles correspondientes al Neolítico, Calcolítico y Bronce fueron excavados, casi en su totalidad, por el descubridor del yacimiento, que sólo alcanzó los niveles paleolíticos a través de un conjunto de sondeos. El conjunto de dataciones obtenidas abarcan desde una datación para el nivel magdaleniense más inferior de la estratigrafía, nivel XI, de 14.300 ± 150 BP (Fullola et al., 1997) hasta una datación de 6120 ± 90 BP (Petit-ed-, 1996) para el nivel del Neolítico.

3.3.3.- El nivel II de Cova del Parco. El precedente de nuestra investigación sobre la caracterización de materias primas.

La finalidad de nuestro primer estudio sobre la caracterización de los afloramientos y de las materias primas silíceas utilizadas por los ocupantes del nivel II de la Cova del Parco pretendía establecer las posibles áreas fuente, o de aprovisionamiento, de estas materias primas (Mangado, 1997; Mangado, Fullola y Rosell, 1999). Sin embargo, es necesario admitir en éste, como en cualquier otro tipo de trabajo consagrado al tema, que la localización exacta de las fuentes ofrece dificultades nada menospreciables, ya que nos encontramos por un lado, con una serie de factores discriminantes, que se nos escapan entre las distintas fuentes potencialmente utilizables; y por otro lado, debemos tomar en

consideración los problemas inherentes a la propia naturaleza de los distintos afloramientos.

3.3.3.1.- Los afloramientos. Problemas generales.

Los afloramientos de rocas silíceas se pueden caracterizar a partir de la topografía y de la presentación o morfología de los bloques de materia prima. Como hemos visto en el capítulo 1, los nódulos de sílex suelen aparecer en determinados estratos; a veces también aparecen en forma de estratos silíceos continuos (Tucker, 1975).

Las formas del relieve en las que podemos llevar a cabo la recuperación del sílex son muy diversas. Las que más abundan son las crestas rocosas, generalmente de calizas, así como los depósitos de vertientes de las mismas, también lo podemos recuperar en determinados macizos montañosos. El sílex también puede aflorar en llanos. En este último caso suele tratarse de formaciones detríticas de carácter aluvial (terrazas fluviales, playas) (Simmonet, 1979, Carrión et al., 1997).

Ante esta amplia variedad de modalidades de afloramiento, el arqueopetrólogo debe establecer una serie de criterios, que le ayuden a jerarquizar la importancia posible de una fuente respecto a las otras. Por este motivo, uno de los primeros parámetros que definiremos al caracterizar un afloramiento será el de la naturaleza del mismo; de este modo, diferenciaremos entre depósitos silíceos primarios y depósitos silíceos secundarios.

Definiremos un depósito silíceo primario cuando los nódulos, o estratos con sílex, aparezcan aprisionados por una roca-caja. En tal caso, los sílex podemos considerar que se encuentran en el mismo emplazamiento original en el que se formaron. Esta es la naturaleza de los afloramientos de sílex en calizas, y también de la mayoría de nódulos recuperados en estratos arcillosos. Un tipo especial de depósito primario es aquel que se localiza en determinado tipo de rocas sedimentarias detríticas (conglomerados). Si bien el sílex, como cualquier otra de las litologías que aparecen en una roca sedimentaria detrítica, no se han formado en el lugar donde los recuperamos, sino que han sido primeramente transportados desde otras zonas y posteriormente cementados, nosotros

los consideraremos depósito primario, ya que los cantos rodados de sílex se encuentran aprisionados por un encajante duro.

Definiremos como depósito secundario todos aquellos en los cuales recuperamos sílex desvinculado de su formación original, es decir, son aquellos depósitos en los cuales los cantos y fragmentos de sílex no están aprisionados por ninguna roca-caja. Los principales depósitos secundarios vienen definidos por ser depósitos de carácter aluvial, es decir, terrazas fluviales, marinas y playas. También los derrubios de vertiente deben considerarse depósitos en posición secundaria, aunque la distancia recorrida desde la fuente primaria a su emplazamiento posterior pueda ser mínima.

Esta diferenciación es más importante de lo que a primera vista puede parecer, ya que los depósitos secundarios suelen ser de mayor accesibilidad que los depósitos primarios. Al mismo tiempo, la obtención de la materia prima resulta extremadamente sencilla, en comparación con la labor que implica la separación de los nódulos de sílex de sus rocas encajantes. Finalmente, los depósitos secundarios tienen una mayor distribución espacial sobre el territorio. Por todo ello, suelen ser este tipo de depósitos los que padecieron una mayor explotación por parte de las comunidades cazadoras-recolectoras (Mangado, e.p 1).

El recurso a fuentes secundarias complica en gran medida la caracterización de los materiales recuperados de un yacimiento arqueológico, ya que la correcta identificación de la zona de origen de un material dependerá del nivel de contextualización de los diversos ámbitos geológicos del territorio que consideramos (Ramos, 1986). Del mismo modo, la representatividad a lo largo de un mismo curso fluvial de determinada litología puede variar, en función de la distancia entre el depósito primario y el secundario. Así también, la representatividad del sílex aparecido en distintos niveles de terraza, de un mismo río, puede ser diferente, tanto por cuestiones de cambios en la morfología del propio río, como por las actividades humanas sobre el medio (Demars, 1981, Carrión et al., 1997, Terradas, 1995). Finalmente, la contextualización del yacimiento con su entorno geológico topa con un último problema, la escasa fiabilidad de las representaciones de la cartografía geológica (Simmonet, 1979; Aubry, 1991; Carrión et al., 1997). Los mapas geológicos, realizados para responder a los intereses de los geólogos, se encuentran a una escala excesivamente grande (1:50000); por este motivo,

la mayoría de depósitos secundarios, de pequeño tamaño, no suelen aparecer cartografiados, y se incluyen en las formaciones geológicas principales.

De este modo, los arqueopetrólogos nos vemos obligados a la elaboración de nuestro propio registro geológico, de acuerdo con las posibles áreas fuente de materia prima de cada yacimiento.

3.3.3.2.- La caracterización de los afloramientos.

El origen de una materia prima lo determinamos, siempre, a partir de las muestras de referencia que el trabajo de campo nos aporta. La evaluación de la potencialidad en materias primas de un área, mediante la prospección del territorio, es fundamental para la posterior interpretación de los datos obtenidos.

El principio fundamental sobre el que ha descansado nuestra prospección de campo ha sido el “pragmatismo”. Con este término, no queremos referirnos a la famosa “ley del mínimo esfuerzo”, sino que nos referimos a intentar reconstruir el aprovisionamiento, tal como podía ser planteado, por parte de las comunidades cazadoras-recolectoras estudiadas. Para ello, hemos tenido en cuenta tres parámetros principales: la orografía del territorio, los medios técnicos aplicables y las necesidades de materia prima del grupo estudiado.

3.3.3.2.1.- La orografía.

La accesibilidad en el paisaje es el primer parámetro, que debemos considerar, para caracterizar un afloramiento, como hemos ya puesto de manifiesto en la ficha de inventario. El medio natural ha variado mucho desde la Prehistoria, y la percepción que del mismo poseemos, es decir el paisaje, también (Mangado y Nadal, 2001). Los cambios no sólo afectan a la cubierta vegetal, sino que también han alterado el propio relieve, por fenómenos de erosión, procesos de sedimentación y por la acción antrópica.

De este modo nos resultará difícil, cuando no imposible, poder reconocer en el medio natural cual fue exactamente el territorio de explotación económica de determinado

grupo humano del pasado. Del mismo modo, la aprensión del “escenario” (el paisaje) en el que las acciones se llevan a cabo resulta, generalmente, del todo imposible de precisar.

Algunos elementos de carácter práctico, que debemos tener en cuenta al realizar nuestras prospecciones, deben ser: por un lado, la realización de las mismas durante el invierno, momento en el cual la cubierta vegetal es más escasa. Por otro lado, los fenómenos de erosión y sedimentación, son otro factor a tener en cuenta, ya que pueden haber enmascarado los restos de afloramientos, que durante la Prehistoria resultaban accesibles. En este caso, la prospección en áreas de cultivos puede resultar interesante, porque la roturación de los campos, o los fosos excavados por los agricultores, pueden exhumar fragmentos de materia prima.

En el caso que ahora nos ocupa, la Cova del Parco, la orografía ha sido un elemento a tener en cuenta. Por un lado, el relieve no ha facilitado la prospección de la zona montañosa, de accesibilidad limitada. Por otro lado, los cambios actuales en el medio, provocados por la fuerte antropización que sufren los cursos fluviales, han modificado tanto nuestra percepción del paisaje, como han alterado los resultados de la prospección. En este sentido tomamos, como caso paradigmático, la construcción del pantano de Camarasa, que ha modificado tanto el aspecto natural del paisaje anterior (anegando terrazas fluviales y depósitos de vertiente), como ha modificado los caminos de paso tradicionales, utilizados por los habitantes de la zona. De este modo, el sílex contenido en estos depósitos, tanto del río Noguera Pallaresa, como del Segre, así como las vías tradicionales de acceso a los mismos, han desaparecido.

3.3.3.2.2.- Los medios técnicos.

El pragmatismo reposa también sobre otra base fundamental, se trata de los medios técnicos aplicados por la comunidad humana en estudio, para obtener los útiles que necesita. Esta relación entre recursos del medio y capacidad de transformación de los mismos, puede definirse a partir de una aproximación al valor tecnológico del material. Para ello, debemos someter dichos materiales a la talla experimental. Aprovechamos la ocasión para confesar que el doctorando no es un tallador consumado. Sin embargo, el recurso a la talla experimental, de una persona no especialmente dotada para esta actividad, es un ejercicio válido para establecer cuáles eran las características de los

diferentes tipos de sílex, que se han documentado a lo largo de las prospecciones. Debemos considerar por un lado, que no todos los tipos de rocas silíceas accesibles desde un yacimiento fueron explotadas por sus ocupantes; y por otro lado, el concepto de calidad de talla, como ya hemos mencionado en un capítulo precedente, es un parámetro totalmente subjetivo, y no cuantificable, que sólo nos sirve como referente personal. Es decir, aunque no sepamos tallar, percibimos que ciertos materiales tienen unas cualidades mayores, que otros, para obtener determinados útiles.

En el caso de la Cova del Parco, mediante percusión directa con percutor duro, hemos desbastado algunos de los nódulos recuperados durante las prospecciones. También hemos observado qué tipo de productos de talla eran los más frecuentes, y hemos valorado cualitativamente el esfuerzo desarrollado para obtener dichos productos.

Este segundo paso, de caracterización de los materiales procedentes de un afloramiento, lo consideramos ciertamente interesante para la interpretación arqueológica, ya que la experiencia que nos aporta, nos permite establecer una diferencia entre lo que podemos denominar afloramiento bruto, es decir, aquel lugar en el que aflora sílex, y afloramiento con potencialidad arqueológica, aquel que por las características de la materia prima, puede haber tenido un uso durante la Prehistoria. Finalmente, y en el mejor de los casos, este último tipo de afloramiento podremos adscribirlo a otras dos subcategorías, en función de la presencia, o ausencia, de evidencias de utilización prehistórica. Hablaremos de afloramiento con potencial arqueológico utilizado, o no utilizado.

La evidencia más clara de la utilización de un afloramiento con potencial arqueológico durante el Paleolítico y el Epipaleolítico es la documentación, en el mismo, del testado de bloques de materia prima (Morala, 1990; Ortega, 1997). También la documentación de talleres de producción lítica en superficie, evidencian la explotación de un afloramiento (Carrión et al., 1997; Aguayo y Moreno, 1997; Gasch et al., 2000). Finalmente, la documentación de actividades de extracción minera, es otro claro parámetro de utilización del recurso. Tanto los talleres líticos en superficie, como las explotaciones mineras más complejas, se han documentado durante el Paleolítico (Vermersch et al., 1995). Sin embargo, el momento de eclosión de este tipo de yacimientos debe vincularse al Neolítico de determinadas regiones (Ramos, 1996).

3.3.3.2.3.- Las necesidades de materia prima.

Estas necesidades de materia prima, nos pueden venir definidas por las características métricas del conjunto industrial recuperado en el yacimiento (Aubry, 1991, Carrión et al., 1997, Terradas, 1995). Así, determinado tamaño de materia prima no será susceptible de utilización, si no alcanza a cubrir las necesidades del tipo de útil que se requiere. En ocasiones, estas necesidades de materia prima serán más difíciles de constatar, ya que dichas necesidades no responden a una demanda meramente económica, sino ideológica, del grupo humano en cuestión.

Para intentar valorar las necesidades de materia prima, desde una perspectiva económica, es necesario llevar a cabo una aproximación tecnológica, en este caso sobre los materiales recuperados del yacimiento.

Debemos mencionar que el estudio de las áreas de aprovisionamiento, y la caracterización de los materiales que éstas proporcionan, es el primer nivel en el proceso de reconstrucción de lo que se denominan Cadenas Operativas Líticas (C.O.L), que tienen como objetivo fundamental, reconstruir todo el proceso tecno-ideológico que comporta la fabricación y uso de un elemento lítico (Geneste, 1985).

En el caso de la Cova del Parco, llevamos a cabo una primera aproximación al comportamiento tecnológico de los ocupantes del nivel II (Albert et al., 1997). El estudio nos permitió constatar tres hechos:

A.- En primer lugar, nos encontrábamos ante una industria de marcado carácter microlítico, como nos reflejaba el índice de alargamiento del material arqueológico.

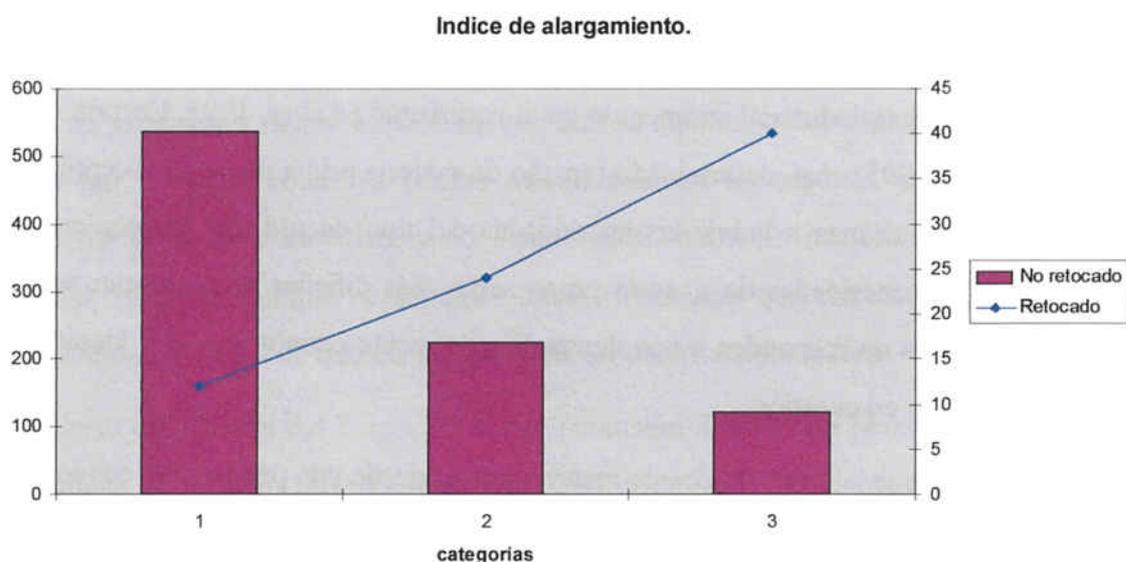


Fig. 51. Categorización de los índices de alargamiento de los materiales líticos del n.II.

Categoría 1(1-14 mm). Categoría 2 (15-24 mm). Categoría 3 (25 >25 mm).

Como se desprende de la figura 51, la categoría dominante está constituida por los elementos comprendidos entre 1 y 14 mm. Este hecho se explica, en gran parte, por la presencia de gran cantidad de restos de talla, de pequeño tamaño, recuperados durante el tamizado del sedimento.

Por lo que respecta a los útiles, o tipos primarios analizados las categorías 1 y 2 reúnen el total de elementos de dorso rebajado, mientras que la categoría 3 agrupa, básicamente, el resto de tipos primarios.

B.- En segundo lugar, constatamos la existencia en el yacimiento de evidencias suficientes para determinar que el proceso de talla había sido desarrollado en el mismo. Para ello establecimos tres criterios: el inicio del proceso de talla, definido por el índice de representatividad de restos corticales. La corticalidad de los materiales analizados resultó significativa, tanto a nivel global (31.2%), como por tipos de sílex.

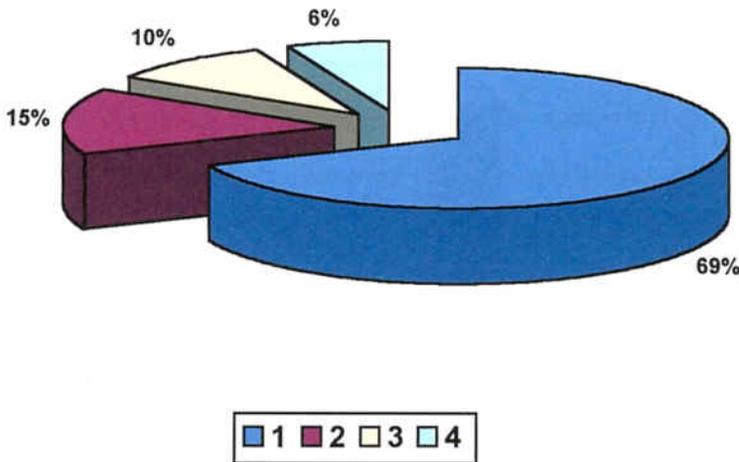


Fig. 52. Índice de corticalidad de la industria lítica del n. II de la Cova del Parco.

Leyenda: 1, no cortical. 2, córtex marginal. 3, córtex dominante. 4, córtex total.

Este hecho demostraba que independientemente del área de aprovisionamiento de los distintos materiales se daba todo el proceso de talla de los mismos en el yacimiento.

El segundo criterio en que nos basamos fue el propio proceso de talla, que definimos a partir de tres categorías de productos de talla. Por un lado, los núcleos y fragmentos de núcleo. Por otro lado, los productos del lascado, o soportes (lascas, láminas y fragmentos). Y finalmente, por los accidentes del proceso de lascado (elementos reflejados o sobrepasados)

El tercer criterio en que nos basamos fue la evaluación de los productos de control del proceso de lascado, que definimos a partir de restos líticos diagnósticos del mismo como pueden ser: los flancos, las tabletas de núcleo y las abrasiones de cornisa.

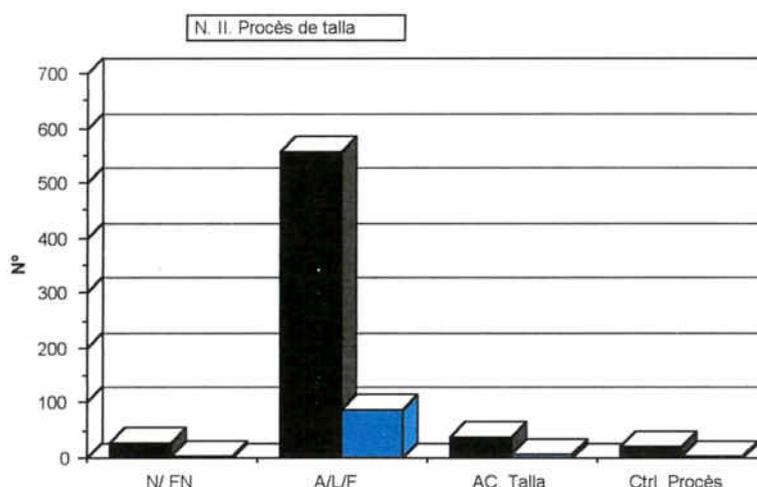


Fig. 53. Categorización de los elementos definidores del proceso de talla en la industria lítica del n.II de la Cova del Parco, según (Albert et al., 1997).

C.- Caracterización tecnológica de la industria del nivel II de Cova del Parco.

Como consecuencia de este primer contacto con las características industriales del nivel II de Cova del Parco, emprendimos, juntamente con el Sr. Raül Bartrolí, el análisis tecnológico encaminado al establecimiento de las distintas COL que habíamos podido constatar con nuestra primera aproximación (Mangado y Bartrolí, 2000; Mangado et al., e.p1 ; Mangado et al., e.p 2).

De este trabajo se desprende, que desde un punto de vista tecnológico, la estrategia de talla predominante es la talla laminar, es decir, una explotación de la materia prima que jerarquiza el eje longitudinal del volumen, para obtener soportes estrechos y alargados (láminas).

Nivel	Tipo de talla	Estrategia operativa dominante	Estrategia de configuración de útiles
II	Laminar	Explotación con arista guía. Explotación de soportes carenados	Retoque

A pesar de este predominio, la existencia de soportes no laminares, o lascas, es también un hecho constatado, y si bien en muchos casos su génesis responde a la acción de la preparación del volumen para la talla laminar en sus distintas fases (decorticado, creación de plataformas de percusión, preparación del volumen de talla, etc.), parece ser, que en

algunos casos, podrían apuntar también la existencia de unos procesos operativos, que responderían a la existencia de unos esquemas relacionados con una talla no laminar, o de producción de lascas.

La producción de soportes laminares en este conjunto industrial se lleva a cabo a partir de diversos procesos operativos. Estos esquemas operativos documentados son los siguientes:

1.- Una talla laminar a partir de la configuración de una arista-guía de inicio de la explotación.

Este esquema operativo de talla laminar presenta cierta complejidad en su realización, ya que requiere de una mayor preparación del volumen a explotar. La creación de esta arista-guía se lleva a cabo mediante la formación de una cresta -lámina de cresta- a partir de extracciones bifaciales. Tras la apertura de la plataforma de percusión, se produce la extracción de la cresta, cuyo negativo, sirve de guía a las siguientes extracciones laminares. Con este comportamiento procesal se consiguen unos productos laminares de gran regularidad.

Es significativo el hecho de que este tipo de actuación se desarrolla de forma mayoritaria sobre un determinado tipo de sílex. El sílex Sannoisiense, de origen exógeno.

2.- Talla laminar a partir de la explotación de extracciones anteriores, o soportes carenados.

Esta modalidad de talla laminar, ligada en una gran parte de los casos a una producción de laminitas, se estructura a partir de la explotación de una lasca o lámina carenada. Se trata de un esquema realmente rentable, desde el punto de vista tecnológico, ya que permite obtener soportes con una regularización muy estandarizada, sin que sea necesario aplicar una preparación compleja del volumen de talla.

La superficie de talla en el soporte carenado se configura, en la mayoría de los casos, a partir de una explotación desde la cara ventral, o bien lateral del soporte. Dentro de este esquema de producción se incluirían buena parte de los raspadores carenados y los buriles nucleiformes, que la tipología tradicional clasifica como tipos primarios.

Tras definir nuestro criterio de pragmatismo, conocer los principales parámetros útiles para la caracterización de los afloramientos, así como las características industriales de

los materiales arqueológicos, iniciamos la labor de prospección sobre el terreno. La finalidad que perseguíamos era la documentación de los posibles puntos de afloramiento de sílex, susceptibles de proporcionar materia prima a los ocupantes del nivel II de la Cova del Parco.

3.3.3.3.- La prospección de afloramientos en la Cova del Parco.

3.3.3.3.1.- La fase de documentación bibliográfica.

El primer estadio de nuestra investigación centrada en la prospección del territorio se basó en un trabajo de recogida de información tanto bibliográfica (Pocoví, 1978; Peña, 1986), como cartográfica sobre el área de estudio (IGME, 1934, 1953, 1958, 1971, 1980).

Las referencias documentadas sobre la posible presencia de sílex en la zona resultaron más bien imprecisas. Por este motivo, hemos decidido transcribirlas a continuación. De este modo, podremos observar la labor detectivesca que implica una prospección arqueológica sobre materiales silíceos.

IGME, 1934: Hoja de Balaguer (esc. 1:50.000).

“Los núcleos de sílice se presentan en el interior de la formación oligocena, en las capas de margas bajo los estratos en los que se asienta el viejo castillo”.

IGME, 1956: Hoja de Artesa de Segre (esc. 1:50.000).

“Las calizas, que consideramos como espina dorsal del Garumniense, son rosadas o blancas de grano muy fino y compacto, con un relieve cárstico muy marcado. Hacia Fontllonga contienen numeroso sílex”.

IGME, 1958: Hoja de Os de Balaguer (esc. 1:50.000).

“En el sinclinal de Tragó al SO del Picot. El Garumniense (típica facies lacustre), presenta un corte estratigráfico en el que aparecen margas rojizas repletas de trozos de sílex”.

“Al NE del sinclinal de Camporells encontramos también un corte estratigráfico donde el Garumniense

presenta un tramo de margas ocre y rojizas repletas de trozos de sílex”.

IGME, 1971: Hoja de Lérida (esc. 1:200.000).

“Las facies calizas del Terciario continental del Ebro están constituidas por calizas lacustres, en estratos más o menos potentes (0,2 a 2 m). Se encuentran asociadas a margas, calciarenitas y a lignitos, en las zonas de paso lateral de facies también lo están a yesos y sílex”.

Pocoví (1978). Vol. II. Estratigrafía.

En la serie núm. 1 (Sierra de Boada- Barranco de la Forradella) se midió un corte transversal de dirección ESE-OSO a la altura de las explotaciones de bauxita. En la sucesión de materiales de descripción de este corte encontramos el núm. 35, de 52 mts de ancho con alternancia de calizas y dolomías con margas sin fauna. Dentro de este nivel encontramos el subnivel f de 0,7 m de ancho que se caracteriza por “ser una caliza gris-beige bandeada (laminación paralela) con intercalaciones de sílice, nódulos y “capitas” de coloración oscura. Muestra 1-3: *packstone* de peloides”.

“El Garumniense (facies continental propia del Pirineo Oriental) presenta diversos tramos. El tramo calizo medio, con calizas beige y gris claras, con carofíceas y *Microcodium elegans*, destaca en el relieve entre los tramos más tiernos que tiene por debajo y por arriba. Su grosor medio es de unos 30 m. Se caracteriza en algunas zonas, como en la Sierra de Solà, corte núm. 8, porque contiene abundantes nódulos de sílex, normalmente de gran tamaño”.

El principal elemento que queremos destacar tras llevar a cabo esta búsqueda bibliográfica es que, a menudo, los intereses de geólogos y arqueólogos difieren extraordinariamente. Conceptos como “trozos de sílex”, “núcleos de sílice”, o “capitas”, apenas nos aportan ninguna información sobre la naturaleza de esta materia prima. Tampoco la localización descriptiva nos es de gran ayuda para valorar su accesibilidad, o la potencialidad de su explotación prehistórica. Por este motivo, hemos realizado prospecciones sobre áreas potencialmente portadoras de sílex, aunque estas no hubiesen sido documentadas en la bibliografía que habíamos consultado, como por ejemplo en las terrazas del río Segre, en su curso medio, las terrazas del Barranco del Prat, o los conglomerados terciarios de la vertiente sur del domo de Sant Mamet.

3.3.3.3.2.- Las prospecciones y sus resultados.

Tras establecer las áreas a prospectar, iniciamos los trabajos de campo. Estos trabajos se desarrollaron en varias fases y continúan abiertos, ya que si bien, hemos podido localizar las principales fuentes de afloramiento de materiales silíceos del territorio, continuamos sin conocer algunos de los afloramientos de determinados tipos de materias primas. El conjunto de muestras geológicas recuperadas en las diferentes campañas de prospección ha sido analizado macroscópicamente, del mismo modo como habíamos analizado el material arqueológico perteneciente al nivel II. De esta forma, podíamos establecer sus características principales, y al mismo tiempo, esto nos permitía seleccionar cuáles eran las muestras potencialmente más interesantes para ser contrastadas, microscópicamente, con las muestras arqueológicas.

Las campañas de prospección sistemática llevadas a cabo para la Cova del Parco fueron tres. Las demás prospecciones del territorio, desarrolladas desde 1997 se han orientado a intentar localizar los afloramientos de los materiales desconocidos que nos iba proporcionando el análisis macroscópico del nivel II y de los niveles epipaleolíticos.

Campaña	Fecha
1a campaña	Julio 1995.
2a campaña	Diciembre 1995.
3a campaña	Noviembre 1996.

A. La primera campaña de prospección. Esta prospección tuvo lugar durante la campaña de excavación del 1995, en base a las informaciones que habíamos recogido (I.G.M.E, 1956, 1958, 1971, 1980; Pocoví, 1978)⁸.

Nuestro objetivo era verificar, o descartar, nuestra primera hipótesis de trabajo, según la cual nos hallaríamos ante la explotación de dos tipos de depósitos diferentes. Esta

⁸Contamos con la ayuda del equipo de excavadores del yacimiento, a los cuales agradecemos públicamente su colaboración, así como a los vecinos de Artesa de Segre, Rafael Gomà y Josefina Pons, grandes conocedores del territorio, cuya ayuda ha sido inestimable.

hipótesis había surgido de la revisión del material arqueológico (las necesidades de materia prima).

Por un lado, pensábamos en la más que probable existencia de sílex de origen local, dado que la alta presencia de elementos corticales (30%), y el estado de conservación del mismo (NR, No Rodado) así nos lo sugería. Este sílex lo denominamos, a partir de aquel momento, como tipo TT.

Por otro lado, habíamos documentado un conjunto homogéneo de materiales, que parecían presentar una “mejor” aptitud para la producción según talla laminar. Estos materiales, sin embargo, aparecían en menor proporción. Estos sílex los agrupamos bajo el epígrafe de sílex oscuros, y en él agrupamos a los tipos definidos macroscópicamente como T1 y T2. Los córtex de los sílex oscuros presentaban un aspecto similar al provocado por el transporte fluvial de los nódulos (CR, córtex rodado).



Fig. 54. Vista del río Segre que discurre ante la Cova del Parco (Petit, ed, 1996).

En lo referente a este posible transporte fluvial, nuestro interés se centró en conocer qué río presentaba entre los materiales de sus terrazas sílex, ya que si bien el sílex podía aflorar a una distancia muy alejada del yacimiento, podía igualmente haber sido transportado hasta los mismos pies de la cueva, ya que el río Segre transcurre muy cerca

del yacimiento. De este modo hubiéramos podido explicar una captación local para un recurso alóctono.

Como consecuencia de nuestras prospecciones documentamos diferentes afloramientos que nos llevaron a modificar nuestras premisas iniciales; al mismo tiempo, se nos plantearon nuevas hipótesis que hemos intentado verificar, o descartar, mediante la aplicación de prospecciones sucesivas. La primera evidencia que nos sorprendió en la documentación de afloramientos de la primera campaña, por su carácter negativo, fue la ausencia total de sílex entre las litologías de las terrazas del río Segre.

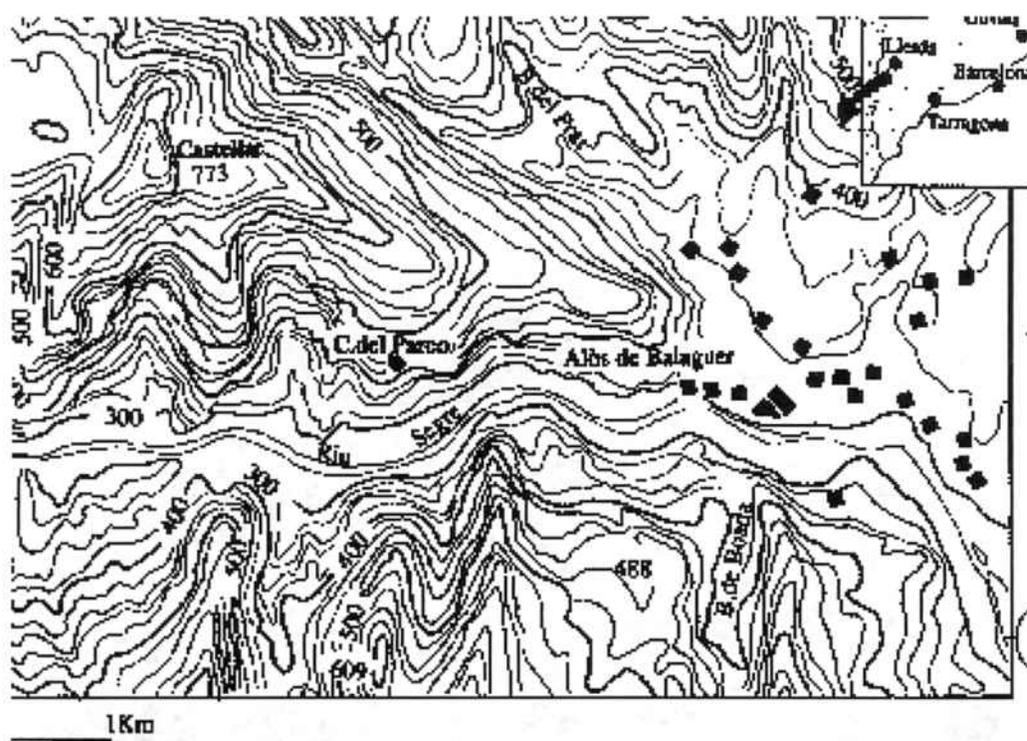


Fig. 55. Esquema topográfico de la zona de la Cova del Parco (Petit, ed, 1996).

Las terrazas analizadas fueron: T0, T1 y T2 comprendidas en el tramo entre el pueblo de Alòs de Balaguer y el paso del Segre ante el yacimiento, con un total de 1000 cantos rodados testados. No recuperamos ninguna evidencia de sílex en las terrazas. Ante el hecho que consideramos la muestra estadísticamente significativa, descartamos que el sílex con córtex de aspecto rodado por transporte fluvial fuera recolectado en el Segre. Este hecho nos permitía descartar la hipótesis según la cual, los sílex oscuros procederían de áreas más septentrionales a través del Segre.

Al mismo tiempo, esta constatación nos planteó nuevas hipótesis de trabajo, que se centraron en los afluentes del Segre aguas arriba de Camarasa, donde confluye con el río Noguera Pallaresa, y aguas abajo de Corbins, donde confluye con el río Noguera Ribagorzana. Considerábamos entonces que el sílex de “transporte fluvial” podría haber sido recolectado “en el camino de subida” hacia la cueva desde las tierras más bajas.

Por otro lado, nos empezamos a plantear otra posible explicación. Tal vez el córtex que definíamos como rodado no fuera tal, sino que fuera un tipo de córtex específico, que ya aflorara con este aspecto fino y rodado.

Los afloramientos documentados durante esta primera campaña de prospección fueron:

1.- Vertiente Sur de Sant Mamet (VSSM). (Alòs de Balaguer, La Noguera). Distancia a la cueva <100 mts.⁹.

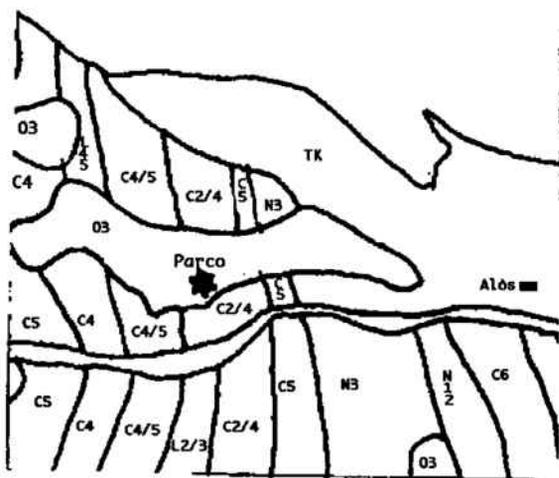


Fig.56. Esquema geológico simplificado. Esc original 1:50000. (IGME, 1956. Artesa de Segre. Hoja núm. 328). Leyenda: Tk: Keuper (Triásico). C2-4: Turoniense; C4: Santoniense; C5: Campaniense; C6: Maestrichtiense. N3: Luteciense (Eoceno). O3: Conglomerados (Oligoceno).

VSSM presenta un conjunto de afloramientos. Hay algunos nódulos de materia prima en posición primaria en los conglomerados oligocenos, mientras que encontramos otros

⁹Las distancias a la cueva de todos los afloramientos documentados se han establecido en línea recta sobre el mapa, a vuelo de pájaro, como suele ser convencional en este tipo de trabajos. La dificultad de los desplazamientos a causa de la orografía escarpada de la zona añadiría más tiempo a los desplazamientos entre los afloramientos y el yacimiento, del que sería habitual en territorios llanos.

nódulos desplazados, en posición secundaria, por los movimientos de caída de bloques de conglomerados a lo largo de las vertientes. Sant Mamet corresponde a un macizo montañoso en el que se documentan niveles del Cretácico superior, entre los cuales se documentan niveles del Garumniense con sílex (Pocoví, 1978). Los niveles con sílex, que nosotros hemos documentado, corresponden al conglomerado Terciario de edad oligocena que retrabajó parte de los materiales anteriores del Cretácico (Garumniense). Estos depósitos son directamente accesibles desde el yacimiento, subiendo por la propia pared de conglomerados masivos que han dado lugar al abrigo y a la cueva (IGME, 1956, 1980).

Los materiales recuperados se caracterizan macroscópicamente porque los nódulos presentan un tamaño medio de 15 cms., con un peso variable. Son materiales fácilmente reconocibles por su aspecto patinado, a causa de la exposición a la intemperie.

Los nódulos se definen colorimétricamente como versicolores.

Las muestras geológicas descritas macroscópicamente se caracterizan por dos constituyentes principales y característicos. Por un lado, los óxidos de hierro que aparecen tanto en posición subcortical como en el interior de la masa silícea, en forma de puntuaciones de distribución irregular, manchas o franjas. Por otro lado, se observan cristales de exfoliación romboédrica en disposición desorganizada, que asociamos a la presencia de carbonato cálcico, probablemente calcita. Los cristales aparecen frecuentemente rellenando geodas en la zona cortical o subcortical, aunque también los observamos rellenando líneas de fractura de la masa silícea.

2.- Sierra de Boada (SB). (Alòs de Balaguer, la Noguera). Distancia a la cueva 700 mts. Aprox.

Se trata de un conjunto de materiales silíceos documentado en unos campos de cultivo en la Sierra de Boada, en el margen izquierdo del río Segre, a unos cien metros del puente de la carretera de Rubió.

En el caso de la Sierra de Boada no nos fue posible determinar la naturaleza del afloramiento, ni si nos hallábamos ante un verdadero afloramiento, o ante materiales descontextualizados desde el punto de vista geológico. A pesar de ello, los materiales recuperados muestran un gran parecido con los materiales de la VSSM.

Los materiales fueron recogidos en superficie. Se trata de fragmentos de sílex de 4/5 cms. Los córtex no presentan estigmas de transporte, sin embargo, sí muestran una intensa alteración de pátina blanca, por su exposición al aire libre, que dificulta la determinación de los colores. Por el conjunto de las características macroscópicas descritas podemos observar un gran paralelismo con los materiales de VSSM, tanto por la presencia de cristalizaciones de carbonato cálcico, como por la presencia mayoritaria en la textura de óxidos de hierro.

3.- Camino de Peralba (CDP).(Santa Maria de Meià, La Noguera). Distancia a la cueva 7,7 Km. Aprox.

Se trata del típico afloramiento que podríamos caracterizar como propio de los materiales del Cretácico superior (facies lacustre garumniense). Este afloramiento se documentó tanto a partir de la bibliografía (I.G.M.E, 1980), como sobre el terreno, gracias a un corte estratigráfico en la pista que conduce de Sta. Maria de Meià a Fontllonga.

Los materiales recuperados, generalmente nódulos irregulares con un tamaño medio de 10 cms, presentan a menudo parte del encajante calizo. El carácter macroscópico más significativo son las cristalizaciones de carbonato cálcico.

Una característica importante que documentamos fue un alto grado de fracturación interna (p. Ej.: CDP núm. 9, 10, 11 y 12), que nos inclina a pensar en un pobre interés de explotación por parte de las comunidades prehistóricas.

4.- Fontllonga (FLL).(Fontllonga, La Noguera). Distancia a la cueva 8,1 Km. Aprox.

En este caso documentamos un afloramiento primario, es decir *in situ*, que al desmantelarse por erosión, ha generado un afloramiento secundario, al depositar en las vertientes nódulos de sílex, algunos de gran tamaño. La vertiente en la que fueron recuperadas las muestras se encuentra en la carretera de Tremp que se dirige a Fontllonga, en un lugar en el que dicha vertiente se abre hacia el pantano de Camarasa, en la confluencia entre el Segre y el Noguera Pallaresa.

Los materiales recuperados se asocian a las calciarenitas de edad garumniense que se caracterizan por su pátina blanca, frecuentemente en posición subcortical, que los destaca sobre el terreno. La longitud media de las muestras recuperadas es de 12 cms y sus características macroscópicas más significativas son las cristalizaciones de carbonato cálcico y las laminaciones internas con franjas más carbonatadas.

5.- Blancafort (BLCFRT).(Blancafort. La Noguera). Distancia a la cueva 25,4 Km. Aprox.

El afloramiento documentado en el pueblo abandonado de Blancafort se sitúa en los aterrazamientos de origen antrópico de las laderas del pueblo, actualmente anegado por las aguas del embalse de Canellas, que se encuentra en el curso del Noguera Ribagorzana. Se trata de un afloramiento en posición secundaria con materiales de edad garumniense. Las muestras recuperadas presentan una longitud media de 10-12 cms. Su principal característica macroscópica es que se trata de nódulos de morfología irregular subangulosa con restos abundantes de córtex calizo y presencia de pátina blanca, tanto externa como subcortical, con frecuentes cristalizaciones de carbonato cálcico. Esta es la característica macroscópica principal, el grano fino y las superficies bulbares lisas proporcionan a este material una “calidad” para la talla alta.

En resumen, todos los afloramientos documentados en esta primera campaña pertenecían a la facies lacustre garumniense. Este hecho provoca como consecuencia que entre todos los materiales recuperados en estos afloramientos se documenten numerosas similitudes de caracteres macroscópicos, básicamente presencia de óxidos de hierro y de cristales de carbonato cálcico.

Estas mismas características eran la que anteriormente habíamos observado entre los materiales arqueológicos adscritos al tipo TT. En consecuencia parece bastante claro que el sílex TT debe provenir de algún afloramiento de materiales garumniense.

La principal diferencia entre estos afloramientos es la distancia a que se encuentran respecto al yacimiento. Esta distancia, que oscila entre menos de 100 mts para VSSM y varios Km. para el resto de afloramientos, nos sirvió para escoger sobre qué afloramiento

geológico trabajar, para la contrastación de los datos, que esperábamos obtener del estudio comparado entre láminas delgadas del sílex del tipo TT y de muestras garumnienses. El afloramiento elegido fue VSSM.

No podemos defender la utilización de este afloramiento a partir de criterios actualistas del tipo “la ley del mínimo esfuerzo”, o de paralelismos ideológicos englobados bajo el concepto “sentido común”. Debemos asumir, como parte de nuestra investigación, que tanto VSSM como cualquier otro afloramiento con materiales garumnienses (localizado o no por nosotros) podría haber sido el explotado.

Nuestra elección de VSSM se basó en el elevado porcentaje de aparición de restos corticales, así como por el carácter no rodado de sus superficies, que nos indicaba el transporte en bruto de la materia prima hasta la cueva. La explotación de dicha materia prima, como hemos visto en el apartado dedicado a la caracterización tecnológica de la industria lítica, era llevada a cabo según procesos técnicos poco elaborados, lo que nos podría sugerir que el esfuerzo para obtenerla no debía ser excesivo, pues no se documenta economía de materia prima en los procesos productivos en los cuales el sílex TT se encuentra involucrado. Por otro lado, el peso de los nódulos, así como la similitud de las características intrínsecas a los mismos, nos inclinó a valorar la proximidad al yacimiento como un parámetro que podía haber sido decisivo para la explotación de un afloramiento u otro.

De todos modos, para mejor las características microscópicas de los sílex garumnienses analizamos también, láminas delgadas sobre muestras procedentes de otros afloramientos como Fontllonga y Blancafort, que nos han evidenciado las mismas características que el conjunto de VSSM inicialmente analizado.

B. La segunda campaña de prospección. Esta campaña de prospección fue resultado de los afloramientos documentados en la primera prospección. La cantidad de afloramientos documentados hasta el momento, a pesar de mostrar un balance positivo, ya que habíamos documentado el entorno geológico del principal tipo de sílex explotado, nos había decepcionado en lo referente a la localización de las áreas fuente de otros tipos de sílex, más concretamente de los sílex oscuros.

A partir de la recogida de más información, tanto oral como bibliográfica (IGME, 1934, 1980), decidimos llevar a cabo a esta segunda campaña. La prospección desarrollada

entre el 6 y el 10 de diciembre de 1995, fue posible en gran parte gracias a Gloria Donoso, a quien quiero expresar de manera explícita mi agradecimiento.

El objetivo fundamental era la localización de las fuentes de afloramiento de los sílex oscuros. Estos sílex, a pesar de ser menos abundantes en el registro arqueológico, fueron sometidos a un tratamiento de explotación más elaborado, como hemos visto anteriormente.

Los afloramientos documentados en la segunda campaña de prospección nos aportaron las primeras evidencias de sílex oscuros en posición primaria. Este hecho nos corroboró la hipótesis que ya nos habíamos planteado, de la “inexistencia” del sílex de “transporte fluvial”, que inicialmente habíamos definido a partir de la observación de córtex de aspecto rodado. Los nódulos recuperados en estos afloramientos primarios presentaban córtex con las mismas características macroscópicas de las que nosotros definíamos como “fluviales”. Los afloramientos documentados en la segunda campaña de prospección fueron:

1.- Puente de Candasnos (PC). (Candasnos, Bajo Cinca). Distancia a la cueva >50 Km. Aprox.



Fig. 57. Esquema geológico simplificado. Esc original. 1:200000. (IGME, 1971. Lérida. Hoja núm. 33).

Leyenda: M1-4a: Aquitaniense/Vindoboniense (arcillas, margas, calizas y yesos).

M1-4y: Aquitaniense/Vindoboniense (yesos, margas y limos yesíferos).

M1-4cm: Aquitaniense/Vindoboniense (margas y calizas). Q: Cuaternario.

Se trata de un depósito primario, en un estrato geológico calizo-margoso continuo, de calizas lacustres terciarias, de edad miocena. Muestra unos 20 cms de grosor, observable en un corte estratigráfico en la carretera que desde Candasnos lleva a Peñalba.

A unos 4 Km. de Candanos se ha canalizado un barranco y se ha construido un puente que ha provocado el desmantelamiento por erosión de parte de la cornisa rocosa que contiene los niveles con sílex.

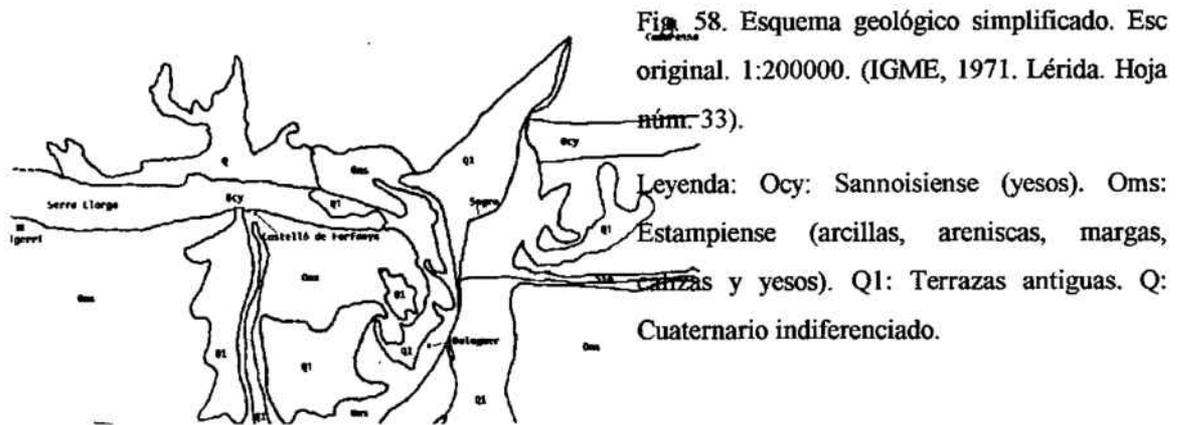
En Puente de Candanos hemos documentado tanto sílex en posición primaria (referenciados en nuestros inventarios como PC1), como sílex en posición secundaria (referenciados como PC2). Estos últimos -que hemos recogido en el lecho del barranco- podrían en parte deberse a los trabajos anteriormente citados.

La morfología de las muestras recolectadas es variable. Por un lado, el depósito primario (PC1) nos ha suministrado únicamente nódulos de formas irregulares y subesféricas alargadas, de diferentes tamaños, dispuestos en bancos casi continuos. Por otro lado, las muestras recogidas en el barranco (PC2) son evidentemente más heterogéneas, y presentan características más variadas, que incluyen morfologías tanto nodulares como estratificadas (sílex tabulares), de diferentes tamaños.

Las muestras recuperadas, de una longitud media de 20 cms., se caracterizan macroscópicamente por la morfología de los nódulos aplanada y subredondeada. La roca-caja es una caliza margosa y la zona de contacto, presenta un córtex muy fino (<1mm), de aspecto pulido, que muestra un contacto franco con la masa silícea. Se trata de sílex oscuros con una distribución de color lisa, moteada o incluso de bandeados concéntricos, hecho que se explica por la alternancia de franjas más ricas en sílice y otras más ricas en carbonato (anillos Liesegang). Las evidencias carbonatadas conservadas en la masa silícea representan alrededor de un 10% del conjunto que se observa con la lupa binocular. Las superficies lisas y el grano fino, o muy fino, determinan una "calidad" muy alta.

2.-Castelló de Farfanya (CDF).

(Castelló de Farfanya, La Noguera). Distancia a la cueva > 30 Km.



Con este nombre hacemos referencia a un impresionante conjunto de afloramientos terciarios de edad oligocena, que hemos localizado en una misma formación geológica, que se extiende a lo largo de varias decenas de Km. y que constituye la denominada “Serra Llarga”. La gran extensión de la zona en la que aparece el sílex nos ha llevado, a lo largo de sucesivas prospecciones, a la documentación de más de 40 puntos de afloramiento de esta materia prima. Aquí sólo nos centraremos en los documentados durante esta segunda campaña de prospección, pues todos los materiales referenciados a lo largo de estos años presentan una gran uniformidad macroscópica. Así pues los dos primeros (CDF1 y CDF2) se encontraron en el mismo núcleo urbano, bajo los estratos en los que se asienta el viejo castillo. Por un lado, el afloramiento primario se denominó CDF1. En él los “núcleos de sílice” se presentan contenidos en un encajante de margas de la formación oligocena (IGME, 1934). La cantidad de material recuperada fue escasa. Este hecho, juntamente con la falta de accesibilidad del lugar, y la dificultad para obtener el recurso, nos inclinó a pensar que el uso de este afloramiento, en caso de producirse, sería marginal. Por otro lado, localizamos un depósito secundario – en la vertiente de CDF1- y que designamos como CDF2. En este depósito la cantidad de materia prima era también escasa.

Se trata en ambos casos de pequeños nódulos de morfología irregular y subaplanada.

Al salir de Castelló de Farfanya, en dirección a Algerri, se sigue la línea de contacto entre el Sannoisiense y el Stampiense en la “Serra Llarga” (IGME, 1971). Encontramos un camino que nos lleva directamente a otra zona de contacto entre los materiales calizos y los detríticos, del mismo tipo que los documentados en CDF 1.

Los afloramientos se abren en las dos laderas de un pequeño valle, y los designamos como CDF3, CDF4 y CDF5, aunque todo el conjunto era homogéneo, y la diferenciación se estableció solamente por la no continuidad visual del afloramiento.

En primer lugar citaremos CDF4. Se trata de un afloramiento primario en la capa de margas de la formación oligocena. Es fácilmente accesible. En este lugar identificamos nódulos de morfología irregular y subaplanada de gran tamaño, superior en varios casos a los 30 cms. No extrajimos muestras de este afloramiento, para no alterar su preservación, dado que al pie mismo de CDF4 documentamos un depósito secundario (CDF3).

En CDF3 la cantidad de muestras recuperadas fue elevada; sin embargo, no recuperamos nódulos enteros, sí en cambio, numerosas lascas y fragmentos de nódulo. A pesar de su ubicación, junto a un campo de cultivo, pensamos que podría tratarse de una explotación de tipo taller de superficie vinculado con el afloramiento primario inmediato¹⁰. Esta observación, sin embargo, no pasa por el momento de ser una mera hipótesis de trabajo a confirmar.

¹⁰Dado que el grado de fracturación de los materiales recuperados parece superior al que se produciría por un proceso natural de desmantelamiento por erosión, acompañado de procesos antrópicos de fractura no intencionada a causa de las labores agrícolas.

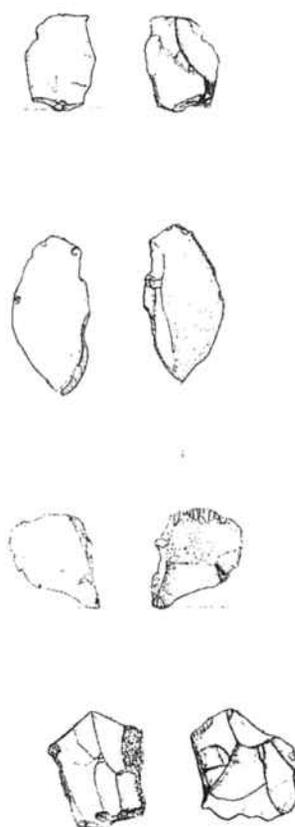


Fig. 59. Algunos de los materiales recuperados en CDF3 (dibujo del autor).

Finalmente, en la otra ladera del valle recogimos en superficie más restos del mismo tipo de sílex, aunque, en menor cantidad. No pudimos observar ningún depósito primario, ya que las margas no afloraban en superficie. Este grupo de materiales se denominó CDF5.

En conclusión, las muestras recuperadas fueron muchas y diversas; debemos recordar que estamos tanto ante afloramientos primarios como secundarios, así como ante un posible taller en superficie (CDF3). Al margen del tamaño de los nódulos, éstos se caracterizan por sus coloraciones oscuras, con una distribución del color básicamente lisa o moteada, por la presencia de componentes relictos (alrededor de 10 %, según apreciamos con la lupa binocular). Los córtex de aspecto pulido presentan en algunos casos pátinas ferruginosas.

El tamaño de grano fino o muy fino y las superficies bulbares lisas, obtenidas mediante talla experimental, nos definen una “calidad” de estos materiales muy elevada.

3.-Otras muestras.

Al margen de las muestras recuperadas durante estas dos prospecciones, también conseguimos otras muestras de sílex del área. Se trataba de dos muestras de sílex “negro”, que habíamos referenciado como: Serra Xerta 1 (SRX1) y Serra Mania 1 (SRM1)¹¹.

Estas dos muestras inicialmente fueron analizadas en lámina delgada; sin embargo, tras su análisis, nos dimos cuenta siguiendo la recomendación de la Dra. Laura Rosell que unas muestras de las cuales no podíamos establecer ningún origen, ni primario ni secundario, no podían aportarnos ninguna información de interés respecto a las posibles áreas de captación de materias primas, por tanto, ante la posibilidad que complicasen la interpretación, preferimos obviarlas.

Esta decisión fue posterior al desarrollo de la tercera campaña de prospección. De hecho, en parte esta campaña se explica por la recolección de SRX1 y SRM1, como veremos a continuación.

C. Tercera campaña de prospección. La prospección se desarrolló los días 24, 25 y 26 de noviembre de 1996¹².

Esta campaña fue consecuencia directa de nuestros trabajos desarrollados anteriormente para localizar los distintos afloramientos que podían suministrar material a la Cova del Parco. Nuestro punto de partida fue, por un lado, la información recogida durante la prospección anterior, que nos había llevado al descubrimiento del conjunto de CDF. Nuestra intención era reseguir sobre el terreno el contacto entre los materiales de las facies calizas y de las detríticas del Terciario continental del Ebro.

El objetivo principal de esta prospección era doble:

¹¹Estas muestras fueron recogidas por la Dra. Mercè Bergadà, durante sus prospecciones geoarqueológicas, del curso medio del Segre (1996).

¹²Gracias a la colaboración de Gloria Donoso a quien quiero volver a expresar mi gratitud.

Por un lado, pretendíamos localizar cuál era el afloramiento de sílex oscuro más próximo al yacimiento, y al mismo tiempo, el más fácilmente explotable.

Por otro lado, queríamos establecer el tipo de fuente de la que procedían las muestras de Serra Xerta y Serra Mania, así como también confirmar las diferentes informaciones orales, que situaban sílex oscuros en lugares cercanos a la Cova del Parco (Camarasa), y que aún no habíamos podido contrastar ni documentalmente ni mediante trabajo de campo.

Los resultados obtenidos fueron también dobles. Por un lado, pusimos de manifiesto una serie de afloramientos que no aparecían en ninguna de las bases documentales consultadas para la realización de la prospección (CDF7). Por otro lado, contrastamos las informaciones orales que poseíamos, hecho que nos permitió definir el contexto de ciertos hallazgos (Tossalet) y desestimar otros (Camarasa).

Teniendo en cuenta la diferencia de implicaciones que supone, la distancia a que una materia prima aflora, resulta importante establecer, con la máxima precisión, la posible presencia de afloramientos de la misma.

En primer lugar, el sílex oscuro que habíamos documentado (PC y CDF) se encontraba alejado del yacimiento, y sin posibilidades de transporte natural hasta un emplazamiento secundario más próximo al mismo. De este modo, el punto de aprovisionamiento del recurso no era local. Esta situación nos proporcionaba una primera información sobre las posibles estrategias de ocupación del territorio y sobre la movilidad del grupo de ocupantes del nivel magdaleniense final de la Cova del Parco.

Esta procedencia, “no local”, en cierta manera estaba definiendo una determinada preferencia por un tipo de material concreto, ya que es necesario desplazarse para recolectarlo; o bien, recolectarlo durante el trayecto de ascenso hacia la zona de la cueva. En ambas situaciones, nos aproximaríamos a una determinada territorialidad y a un determinado tipo de comportamiento económico.

En cambio, la presencia de sílex oscuro a escasa distancia del yacimiento, en un entorno de explotación local, podía tener significaciones totalmente diferentes. Inicialmente, que el sílex oscuro procediera de un radio local, nos presentaría un modelo de explotación

del medio de tipo intensivo. Este tipo de explotación no suelen ser propios del Magdaleniense Superior Final, sino más bien, estas explotaciones de recursos locales suelen producirse en fases más recientes, ya epipaleolíticas. De este modo, toda aproximación a posibles intentos de definición de territorialidad, o de movilidad del grupo, quedaba limitada al radio local más inmediato al yacimiento.

Era necesario corroborar, o refutar, esta presencia de sílex oscuros cerca del yacimiento, mediante la documentación de los posibles afloramientos y la contrastación de las muestras.

Pasemos brevemente a describir los afloramientos documentados.

1.- Castelló de Farfanya (CDF).

El primer afloramiento que documentamos se encontró también en Castelló de Farfanya, lo denominamos CDF 6.

El afloramiento fue localizado en los estratos margosos de la formación oligocena, en el contacto entre el Sannoisiense y el Stampiense, pero del otro lado del pueblo, es decir, en dirección a Balaguer. En estos estratos, se documentó la presencia de un afloramiento en posición primaria, en el cual aparecía sílex de morfología nodular subredondeada, con córtex calizo/margoso de tipo “rodado”. Los diferentes nódulos estaban alterados por pátina, aunque el carácter macroscópico que más nos llamó la atención fue la distribución de color bandeada (anillos Liesegang).

Dado que las muestras estaban encajadas no recuperamos ninguna, el afloramiento fue sólo documentado fotográficamente.

En las inmediaciones de CDF6 recuperamos muestras de sílex que hemos referenciada como CDF6 (secundario). Los caracteres macroscópicos de las muestras son idénticos a los referenciados anteriormente, aunque la cantidad de materiales que afloran son escasos. Este hecho, juntamente con la poca accesibilidad del lugar, y la dificultad para obtener el sílex, nos inclinó a pensar que el uso de este afloramiento, en caso de haberse producido, habría sido ocasional.

2.- Otras muestras.

Al salir de Castelló de Farfanya en dirección a Camarasa, por la antigua carretera, nos detuvimos en el primer camino rural que ascendía a unos campos. Nuestra intención inicial era intentar establecer la continuidad de los estratos margosos oligocenos de la “Serra Llarga”, que tan fructíferos se habían mostrado hasta el momento; sin embargo, dichos estratos desaparecen recubiertos por la sedimentación cuaternaria (IGME, 1971).

De modo ciertamente casual, recuperamos sílex en aquellos campos. Dichos sílex se acompañaban de guijarros de otras litologías como: calizas, cuarcitas y granitos. Este depósito en posición secundaria fue referenciado como CDF7.

El conjunto de materiales CDF7 estaba constituido por dos nódulos y un fragmento de sílex de coloraciones claras, aspecto rodado y pátina. Los restos, tanto por sus características, como por su cantidad, nos llevaron a interrogarnos sobre la naturaleza del depósito, sin embargo, siguiendo por la misma carretera antigua, unos 500 mts más allá de este primer hallazgo, localizamos una explotación de áridos, en la que pudimos recuperar sílex de las mismas características que nos confirmaron que CDF7 era un depósito secundario de gravas cuaternarias.

En este caso, la denominación CDF7 pretende tener sólo un sentido geográfico de localización, ya que ninguna de las características macroscópicas observadas en estas muestras, guarda la menor similitud, con los afloramientos de Castelló de Farfanya descritos anteriormente.

Este hecho nos permite reflexionar sobre la extensión geográfica que ciertos materiales silíceos, podían presentar en el territorio, ya que nódulos con características macroscópicas similares eran los que durante la primera prospección se habían localizado en los niveles garumnienses en posición primaria (Blancafort, Fontllonga, Camí de Peralba).

Posteriormente, alcanzamos la zona de Camarasa. Nuestro objetivo era prospectar el área, para confirmar determinadas informaciones orales, que situaban la presencia de sílex oscuro en las laderas de detrás de la población. Los resultados fueron negativos.

La prospección de Serra Xerta y Serra Mania resultaron también negativos.

Otro lugar, en el que llevamos a cabo una labor de control de las informaciones orales recogidas, se encontraba en las afueras de la población de Rubió (La Noguera). En aquella zona, existen un conjunto de pequeños altozanos accesibles desde un camino rural, que se encuentra en el margen derecho de la carretera, que desde Rubió se dirige a Alòs de Balaguer, inmediatamente antes de la inflexión del terreno hacia el llano de inundación del río Segre. En este sitio se había recuperado una muestra de sílex oscuro (idéntico a los de CDF) por parte del Sr. Rafael Gomà. Al visitar el lugar recolectamos diversas muestras, que identificamos como "Tossalet". Sin embargo, "Tossalet" no responde a un afloramiento de materias primas, ni en posición primaria ni secundaria, sino que se trata de un yacimiento arqueológico de la Edad del Bronce (Bergadà, comunicación personal). Así pues, las muestras recuperadas en aquel lugar no son susceptibles de haber sido utilizadas por los ocupantes paleolíticos de la Cova del Parco.

33333.-Conclusiones de las prospecciones.

Como hemos podido observar, a lo largo de este recorrido por las primeras campañas de prospección desarrolladas sobre materiales relacionados con la Cova del Parco, no son pocas, ni nada menospreciables, las vicisitudes que hemos tenido que superar en relación a la localización y caracterización de los afloramientos.

Queremos a partir de esta constatación elevar nuestra reflexión sobre la importancia de un trabajo de campo desarrollado concienzudamente. Sólo la contrastación de las distintas fuentes de información consultadas (fuentes bibliográficas, cartográficas y orales), nos permitirá acceder a un conocimiento seguro del territorio sobre el que nos desplazamos.

En algunas ocasiones, la prospección parece ser menospreciada por parte de algunos investigadores (Casas, 2000), optando directamente por la aplicación de complejas y costosas técnicas analíticas, sin valorar en su justa medida, las potencialidades que el conocimiento del territorio nos puede aportar. Debemos dejar en entredicho cualquier trabajo que no se asiente sobre una prospección minuciosa, aunque ésta concluya con resultados negativos.

Por este motivo, tras la realización de nuestra tesis de licenciatura, cuyas prospecciones hemos resumido en las páginas precedentes, continuamos llevando a cabo prospecciones en el entorno del yacimiento, ya que el análisis que posteriormente llevamos a cabo, sobre los materiales de los niveles epipaleolíticos de la Cova del Parco, nos proporcionaron nuevas variedades de materias primas silíceas que nos eran, y por desgracia nos continúan siendo, desconocidas. Así desde 1998, y hasta la fecha, se han llevado a cabo numerosas prospecciones alrededor del territorio más próximo al yacimiento, en las cuales hemos prestado especial atención a los materiales representados en las terrazas del río Segre, así como a las litologías representadas en los conglomerados, ya que los materiales desconocidos que nos aportó el estudio de los niveles epipaleolíticos, como veremos en páginas posteriores, no fueron demasiados, con lo cual, nos planteamos la hipótesis de trabajo de una recolección de los mismos de tipo oportunista. La falta de resultados obtenidos nos plantea nuevas posibilidades de interpretación, que esperamos poder ratificar o refutar en un futuro no muy lejano.

Por lo que respecta a las tres campañas de prospección anteriormente descritas, queremos también señalar algunas consideraciones a título de conclusiones:

En primer lugar, hay que decir que los intereses del arqueólogo respecto a las zonas de aprovisionamiento de recursos líticos divergen, a menudo, de los intereses de otros investigadores; por tanto, de manera excesivamente frecuente la bibliografía de dichos estudiosos nos aporta escasa información, susceptible de interesarnos para nuestra investigación.

En segundo lugar, queremos recalcar que el trabajo de campo resulta fundamental para la documentación de los diferentes tipos de afloramientos.

Este hecho nos obliga a realizar prospecciones sistemáticas y exhaustivas de todos aquellos lugares que potencialmente puedan proporcionarnos sílex, como por ejemplo las terrazas fluviales.

En tercer lugar, los trabajos de prospección, desarrollados hasta el momento, nos han permitido identificar, sobre el territorio, las principales formaciones geológicas que abastecieron de materia prima silícea a los ocupantes del magdalenense superior final de la Cova del Parco.

Primeramente, los sílex “claros”, que hemos podido determinar como pertenecientes a la facies lacustre garumniense, han sido recuperados en distintos depósitos.

- 1.- En los estratos en posición primaria de las calizas y calciarenitas, documentadas en Fontllonga, Camino de Peralba y Blancafort, a una cierta distancia del yacimiento.
- 2.- En los conglomerados oligocenos del VSSM sobre el mismo yacimiento.
- 3.- Entre las litologías de los depósitos cuaternarios de CDF7, a una distancia considerable, tanto de la cueva como de las propias áreas de afloramiento. Este último afloramiento, nos permite reflexionar sobre la importancia que tiene una descripción macroscópica minuciosa del córtex, para poner de manifiesto los restos de posibles cementos de carbonato, o bien los estigmas de un largo transporte.

En segundo lugar, hemos documentado diversas áreas de afloramientos de los sílex oscuros, que inicialmente pensábamos que serían de origen pirenaico, que se habrían recogido de las terrazas del río Segre, y que, en cambio, provienen de la Depresión del Ebro, de los estratos calizo/margosos del Sannoisiense, en contacto con el Stampiense de la zona de la “Serra Llarga” en Castelló de Farfanya. En dicho lugar hemos podido documentar diversas modalidades de afloramiento, incluso un probable taller. La distancia de estos materiales respecto al yacimiento, más allá del territorio de explotación inmediato, puede explicarnos tanto el menor número de restos entre el material arqueológico, como su explotación más intensiva, con la finalidad de rentabilizar al máximo estos volúmenes de materia prima de calidad.

Una reflexión final para este apartado es la que nos ha provocado el hecho de recuperar materiales silíceos fuera de contexto (SRX1 y SRM1), sí como la falta de identificación de áreas de afloramiento de determinados materiales arqueológicos, ambos hechos nos llevan a reconocer que es necesario siempre contrastar el máximo de informaciones posibles, así como aceptar que siempre contaremos con un grupo de materiales de origen desconocido.

3.3.3.4.- Características macroscópicas de los materiales silíceos del nivel II de Cova del Parco.

3.3.3.4.1.-Introducción.

El primer elemento que queremos recordar, en este apartado, es que la realización de una descripción macroscópica no es suficiente “*per se*”.

A pesar de ello, consideramos del todo imprescindible la realización de esta descripción, para poder aproximarnos con exactitud al problema de la determinación de afloramientos, y a la caracterización de los materiales, que procedentes de éstos, recuperamos en el yacimiento.

La observación macroscópica es conveniente realizarla con la ayuda de una lupa binocular.

Es generalmente una labor larga, dado que la cantidad de restos a describir es abundante. A menudo, es también una labor ardua, caracterizada por la monotonía propia de las observaciones realizadas con pocos aumentos, ya que los elementos observables a esta escala son pocos.

Creemos que la descripción macroscópica permite “familiarizarnos” con aquellos elementos, que en otras escalas de análisis, nos permitirán profundizar en la caracterización de los materiales.

Podemos pues definir esta primera observación como un trabajo casi ciclópeo, aunque con una finalidad clara. Esta finalidad es familiarizarse con la variabilidad de tipos de materiales silíceos y con las características de los mismos.

Es en este sentido que consideramos la observación macroscópica con lupa binocular como pilar, o primer escalón de una pirámide, en la cual, los otros escalones se construyen a medida que aumentamos el nivel de definición de las características observadas. Es decir, nos aproximamos al vértice que la corona, a partir de la solución a problemas concretos desde técnicas analíticas más específicas.

Antes de abordar esta cuestión nos parece fundamental hacer ciertas aclaraciones respecto a las cuestiones de orden práctico vinculadas con la terminología.

La terminología utilizada para la denominación de cada uno de los tipos de sílex del yacimiento (TT, T2, etc.) no responde a ningún criterio predeterminado. Si bien valoramos la posibilidad de denominar los tipos con las abreviaciones utilizadas en el mapa geológico -donde se especifica la edad y litología de la formación encajante de los nódulos-, no nos pareció que la complejidad terminológica aportara ninguna ventaja al estudio. Pensamos que la importancia de la determinación de una fuente de captación no está única y exclusivamente definida por la amplitud de esta fuente en el mapa, sino por su posibilidad de explotación (acceso y calidad de la materia prima). Este es el motivo por el cual la nomenclatura de referencia de los afloramientos es de base geográfica, y no geológica. Así los afloramientos, que hemos documentado a lo largo de las prospecciones, han sido designados a partir de topónimos, más o menos concretos, y referentes al área de ubicación geográfica, en la que se ha documentado el sílex. Este hecho se debe a que una misma formación geológica, que presente sílex, puede aflorar en parajes alejados los unos de los otros, y puede a la vez, originar diferentes tipos de depósitos secundarios, alejados también los unos de los otros, y del yacimiento, como hemos visto en el caso de los afloramientos de sílex garumnienses de los depósitos cuaternarios del Segre en Castelló de Farfanya.

Precisamente este factor, la distancia, puede haber conducido el aprovisionamiento de los recursos silíceos, más hacia unos afloramientos que no hacia a otros. Por este motivo, afloramientos de una misma edad, p.e. garumniense, han sido referenciados con topónimos como: Vertiente Sur de Sant Mamet, Fontllonga, Blancafort o Camino de Peralba, con la finalidad de hilvanar visualmente con una línea, el espacio geográfico de obtención de dichos recursos.

Del mismo modo, la nomenclatura de los tipos de sílex del yacimiento es en principio aleatoria, y no responde tampoco a la nomenclatura geológica.

3.3.3.4.2.- Justificación del conjunto estudiado.

El total de restos descritos no comprende el total de restos recuperados en el yacimiento. En primer lugar fueron 557 las evidencias líticas analizadas. Este número de restos, no retocados, es el resultado de una primera visión rápida del material, mediante la cual eliminamos la mayor parte de restos que nos parecieron demasiado pequeños, o que no mostraban una superficie suficiente para poder definir sus características. Por lo tanto, nuestro análisis se centró sólo en parte del conjunto exhumado. A estos materiales debemos añadir el estudio macroscópico de 108 piezas más, que habían sido analizadas traceológicamente (Calvo, M. 1996, 2001), entre las cuales se encontraban las piezas retocadas¹³.

3.3.3.4.3.- Caracterización macroscópica de los tipos de sílex del nivel II de Cova del Parco.

A.- Tipo TT.

Esta denominación incluye un gran conjunto de materiales. Se trata precisamente del conjunto más importante de todos los tipos documentados, con un total de 317 restos analizados. A pesar de algún carácter que muestra una gran variabilidad interna, más concretamente el color según la tabla Munsell, creemos que pertenecen a un mismo origen geológico.

Los principales rasgos macroscópicos de este tipo son las inclusiones (óxidos de hierro, megacristales transparentes) características y constantes. En la figura adjunta mostramos las características que mayormente definen este tipo.

¹³Este material lo trataremos de manera individualizada en este trabajo, ya que presenta unas características que creemos merecen ser mencionadas.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
TT	Versicolor	Lisa	Translúcido	Marginal	32,8%	No rodado
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Lisa/rugosa	Fino/grueso	Media	OFe y CaCO ₃	No		

Fig. 60. Principales características macroscópicas de definición del sílex TT.

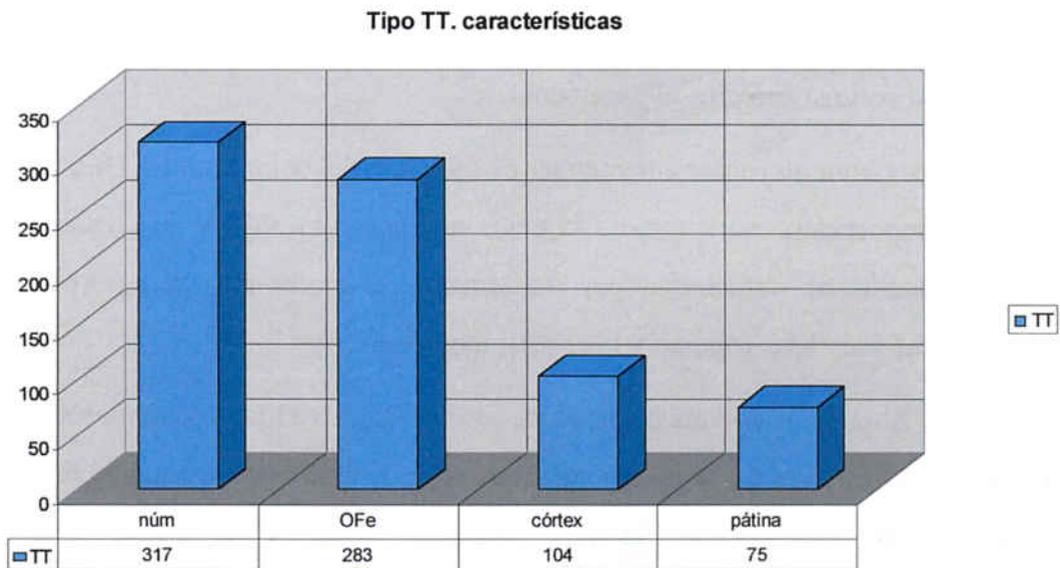


Fig. 61. Número y principales características macroscópicas de los tipos de sílex TT.

Por un lado, contamos con el predominio absoluto en la textura de los óxidos de hierro (89,3%). Estos óxidos aparecen distribuidos, tanto por la masa silíceas, como en posición subcortical. Sus disposiciones son también muy diversas, desde manchas irregulares de gran tamaño, hasta grandes concentraciones de pequeños puntos, que proporcionan a los materiales tonalidades rosáceas e incluso intensamente rojas.

Por otro lado, la otra inclusión definitoria son las cristalizaciones (57,5%). Se trata de cristales transparentes de exfoliación romboédrica de tamaño milimétrico (a nivel

macroscópico no se puede especificar si de calcita o bien dolomita), que tapizan porosidad y geodas internas. También es frecuente su disposición lineal rellenando fracturas internas de la propia masa silícea.

Otro carácter ciertamente definidor ha sido el córtex. El tipo TT presenta un total de 104 piezas corticales (32,8%) de las cuales la mayoría presentan un córtex marginal (66,3%). Sin embargo, su característica más destacada es básicamente su aspecto no rodado (NR), o escasamente rodado (ER), que aglutina al 78,8% del total de piezas corticales. Esto nos puede indicar diversos hechos a valorar:

Por un lado, la posibilidad que el proceso productivo de talla de este tipo de sílex se llevara a cabo en el mismo yacimiento (sin fragmentación espacial de la Cadena Operativa Lítica).

Por otro lado, la característica de córtex no rodado podría estar evidenciando una captación del recurso próxima al yacimiento.

El tipo TT presenta mayoritariamente una distribución del color lisa (51,1%), seguida en orden de importancia por: zonal (35,6%), moteada (11,3%) y bandeada (2,20%). Mayoritariamente se caracteriza por un tamaño de grano fino-grueso (60,8%), las superficies del sílex lisas-rugosas y la calidad media¹⁴.

La principal alteración documentada es la pátina blanca (23,6%), aunque no podemos considerar que ésta sea un elemento caracterizador de este tipo, se trata básicamente de pátina marginal. Las muestras de alteraciones por el fuego (mosaicos, cúpulas) son testimoniales.

B.- Tipo T2.

Es el segundo tipo de sílex en importancia numérica con 123 restos¹⁵. Se trata de un sílex de color grisáceo, aunque a menudo presenta una cierta tonalidad más marrón, (Munsell:

¹⁴ Los caracteres tamaño de grano, superficie del sílex y calidad son puramente de descripción subjetiva. Varían de un investigador a otro, por este motivo a menudo es imposible su transmisión a nivel científico.

¹⁵Esta importancia aumenta de manera especial al tratar con los restos líticos retocados a los que nos referiremos posteriormente.

10YR 5/1.5 *gray/grayish brown*). En la figura adjunta mostramos sus principales características de definición.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
T2	10YR5/1.5	Moteada	Opaco	No	20,3%	Rodado
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy lisa	Muy fino	Muy alta	Micrita	No		

Fig. 62. Principales características macroscópicas de definición del sílex T2.

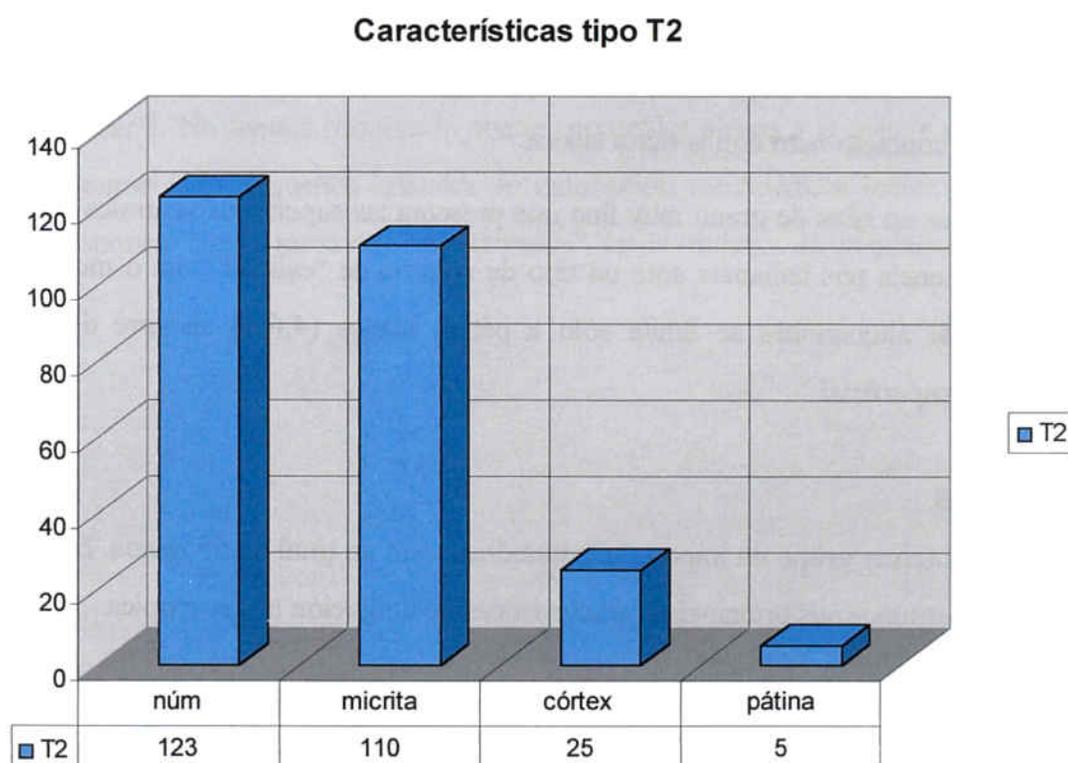


Fig. 63. Número y principales características macroscópicas del tipo de sílex T2.

Se trata de una variedad de sílex fundamentalmente opaco, aunque a menudo presenta los filos de las piezas translúcidos. Este hecho es importante dado que, el grueso de muchas de estos restos, permite observar el elemento más diagnóstico para la

caracterización de este tipo. Se trata de una textura heterogénea, de tipo “micrítico”¹⁶, con ($\pm 10\%$) de partículas irregulares subesféricas envueltas por la matriz silícea.

Esta posible presencia de elementos carbonatados nos puede ser útil en un posterior análisis más pormenorizado, ya que nos puede delimitar las áreas de aparición de este sílex a calizas o margas micríticas.

Otro elemento definidor ha sido el córtex (20,3%)¹⁷. La principal característica del cual es su aspecto rodado/pulido (80,0%), que inicialmente habíamos considerado como consecuencia de un transporte fluvial, pero que actualmente creemos poder descartar. El córtex “rodado” es característico del propio tipo de afloramiento donde hemos documentado este sílex.

La distribución del color predominante es la moteada (69,0%), que se caracteriza por la presencia de múltiples pequeños puntos y manchas blancas, generalmente de contorno irregular, y contacto neto con la masa silícea.

El tipo T2 es un sílex de grano muy fino que presenta las superficies ventrales muy lisas. En consecuencia nos hallamos ante un tipo de materia de “calidad” alta o muy alta. La presencia de alteraciones se limita sólo a pátina blanca (4,6%) siempre de carácter marginal y superficial.

C.- Tipo TS.

Se trata del tercer grupo en importancia numérica, con un total de 55 restos. En la figura adjunta mostramos sus principales características de definición macroscópica.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento

¹⁶ El término micrita hace referencia al fango calizo de tamaño microscópico ($<4 \mu\text{m}$), por lo tanto, no es discernible a simple vista. Nosotros utilizamos aquí este término para referirnos a la presencia de restos del carbonato original, de tamaño muy pequeño, en la textura silícea.

¹⁷ Este porcentaje aumenta considerablemente al tratar con piezas retocadas. A diferencia de lo que sucede cuando tratamos con piezas retocadas con córtex del sílex tipo TT. Este hecho parece indicar una explotación más intensa de este recurso.

TS	Incoloro	Lisa	Translúcido	10,9%	5,4%	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy lisa	Muy fino	Muy alta	Cristales transparentes	No		

Fig. 64. Principales características macroscópicas de definición del sílex TS.

Es un grupo de sílex translúcidos, de textura homogénea, caracterizados por la distribución del color lisa (93,0%) -a menudo incoloros-, caracterizados por un tamaño de grano muy fino que da lugar a unas superficies bulbares muy lisas, y en consecuencia, a un sílex de “calidad” alta/ muy alta.

La principal característica en que nos hemos basado para la definición de este grupo ha sido, precisamente, la ausencia de inclusiones, como mínimo con la observación con la lupa binocular¹⁸. No hemos observado apenas partículas ajenas a la matriz silícea. Sólo se han documentado pequeños cristales de exfoliación romboédrica (calcita/dolomita), que se disponen como mosaicos “abigarrados” en el relleno de pequeñas cavidades internas.

¹⁸ La lupa binocular no permite profundizar más allá de la superficie de la pieza. Los microscopios de luz transmitida permiten unas observaciones más detalladas.

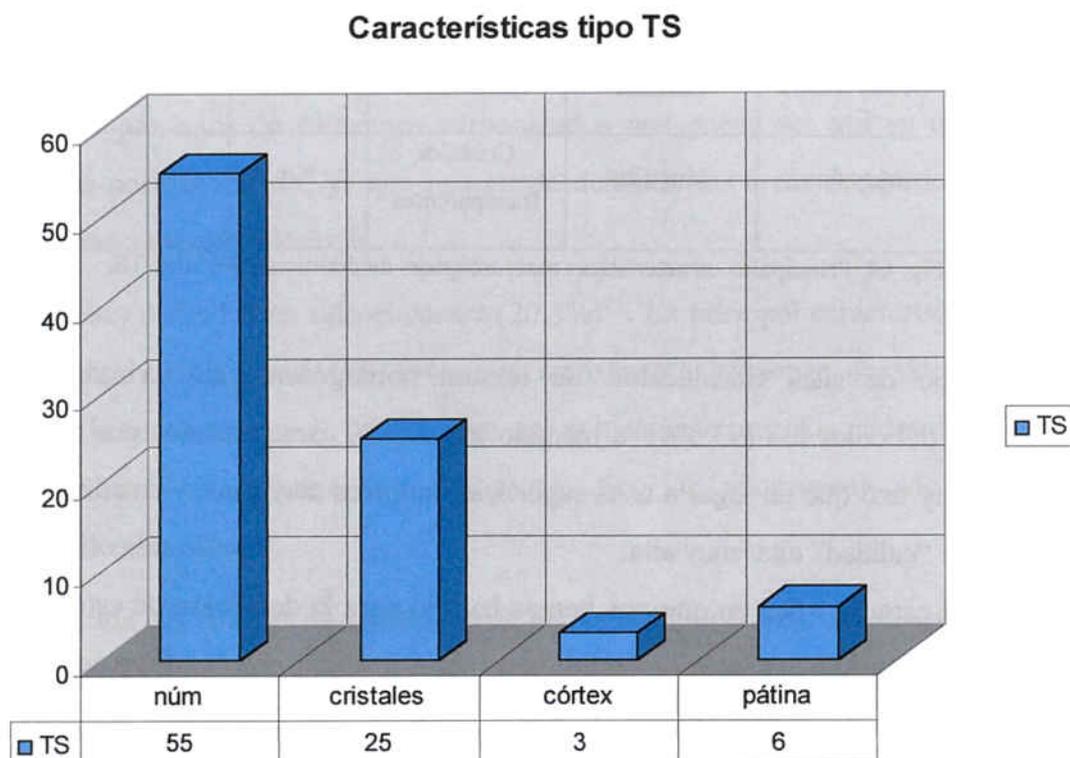


Fig. 65. Número y principales características macroscópicas del tipo de sílex TS.

A lo largo de la descripción macroscópica recuperamos algunas piezas (p.e. números de inventario macroscópico 258 y 300), que mostraban las características que veníamos definiendo como propias del grupo TS, aunque, a la vez mostraban -si bien testimonialmente- otro elemento (puntos de óxidos de hierro). Este “contrasentido” aparente nos hizo plantear la posibilidad de haber cometido el error de tomar “la parte por el todo”, es decir, diferenciar entre TS y TT, cuando en realidad correspondían a las dos caras de una misma moneda, o sea que se tratase de sílex de un mismo origen. Ante esta situación, iniciamos la contrastación de esta hipótesis mediante la talla experimental. Nuestro objetivo era determinar si en un mismo nódulo, de los recuperados en los afloramientos del tipo TT, podíamos obtener elementos tallados del tipo TS.

Los resultados obtenidos fueron afirmativos. Es decir, podemos considerar que ambos tipos provienen de una misma formación geológica. A nivel macroscópico, una posible explicación podría ser que los sílex TS, por toda una serie de características: ausencia de córtex (3 piezas de 55), poca presencia de pátina (10,9%) y escasa incidencia de los

óxidos de hierro, podrían corresponder a partes más internas, y por tanto menos alteradas, de los nódulos TT.

Estas apreciaciones, sin embargo, necesitaban contrastarse de manera más empírica, hecho que nos inclinó hacia la realización de láminas delgadas, para poder profundizar en las similitudes y diferencias texturales entre ambos tipos de sílex.

D.- Tipo T1.

El sílex de este tipo se caracteriza por su color negro (Munsell: 7.5YR2/0 black). En la figura adjunta mostramos sus principales características de definición macroscópica.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
T1	7.5YR2/0	Lisa	Opaco	No	35%	Rodado
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy lisa	Muy fino	Muy alta	Micrita	No		

Fig. 66. Principales características macroscópicas de definición del sílex T1.

Como en el caso del tipo T2 la principal característica definitoria es que presenta los filos de las piezas translúcidas, aunque la superficie de la cara ventral suele ser generalmente opaca. Este hecho nos ha permitido observar una textura heterogénea de tipo micrítico, como en el caso anterior, con aproximadamente un 10% de testimonios carbonatados.

A grandes aumentos ($\pm 120\times$) estos testimonios presentan formas irregulares y subsféricas. El sílex T1 también se caracteriza por un córtex de aspecto rodado, incluso pulido, que en un primer momento asociamos a transporte fluvial.

En la época en la que fue presentada nuestra tesis de licenciatura, aún no habíamos dado con el afloramiento de este material, sin embargo, tras las repetidas visitas a la zona de la "Serra Llarga", podemos en la actualidad concluir que el tipo T1 también es un material procedente de aquel lugar.

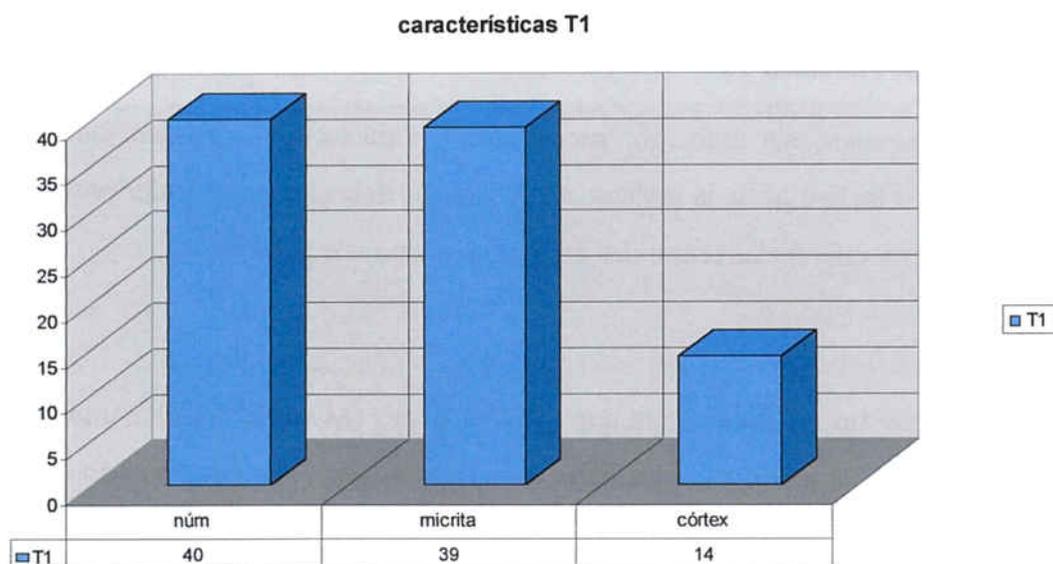


Fig. 67. Número y principales características macroscópicas del tipo de sílex T1.

De hecho el conjunto de materiales del tipo T1 nos podría conducir a lo que en la investigación arqueopetroológica se denomina error en la determinación, ya que se había establecido un tipo diferenciado, el T1, sólo a partir de un único parámetro, el color. Justamente el color es el parámetro menos indicado para la definición de cualquier determinación¹⁹.

Independientemente que se tratara, o no, de un tipo diferente de sílex (ahora sabemos que no era así), sí creímos poder afirmar que el sílex T1 se correspondía con un único nódulo tallado "in situ". Los elementos en que nos basamos para tal afirmación fueron diversos. Por un lado, el total de restos corticales recuperados que rondaban el 37,9% del total de restos no retocados²⁰. Por otro lado, el estudio de distribución espacial de los materiales mediante las técnicas del GIS, evidenció la agrupación de estos materiales en una misma área, que puede interpretarse como de talla lítica (Calvo, 2001).

¹⁹El color es un parámetro importante a "gran escala". Los sílex de color rosado o blanco nada tienen que ver, en cuanto a origen, con los sílex de color marrón o negro. En cambio, la diferenciación de color entre marrón o negro no es suficientemente significativa a escala macroscópica.

²⁰ Se considera talla "in situ" alrededor de un 30% de restos corticales (R. Bartrolí, comunicación personal).

El resto de los parámetros observados macroscópicamente, predominio de la distribución de color lisa, ninguna traza de pátina blanca, y tamaño de grano fino/muy fino, confieren a los restos agrupados en este tipo un aspecto “cualitativo” muy alto.

E.-Tipos problemáticos.

Durante nuestra caracterización macroscópica de los sílex del nivel II de Cova del Parco también documentamos otros “tipos” de sílex que hemos reunido bajo el epígrafe de tipos problemáticos por diversos motivos.

T3*	3
T4*	1
T5*	1
T6*	6
T9*	2
TX*	4
T11*	11

*21

Estos materiales nos introducen en un tema conflictivo, y que personalmente es uno de los que más nos preocupa; se trata de la variabilidad de las rocas silíceas, que pueden ser el origen de numerosos errores de atribución, y por tanto, pueden afectar a las conclusiones que se extraen de los estudios arqueopetrologógicos.

La heterogeneidad o variabilidad de las rocas silíceas se ha constatado a diversos niveles (Masson, 1979, 1981; Doce, 1988).

Escala del nódulo	Escala del afloramiento/formación
-------------------	-----------------------------------

²¹Estos tipos sólo los hemos mantenido en esta tabla. Posteriormente explicitaremos como, a partir de piezas diagnósticas, hemos intentado reagrupar las piezas en los cuatro tipos principales. El grupo de desconocidos quedará reducido a dos tipos T9 y T11.

La expresión más corriente y evidente de esta variabilidad a escala del propio nódulo es la zonación, es decir, la existencia de más de una estructura sedimentaria en el interior de una misma forma sílicea.

La zonación no perturba la identificación si se reparte por el conjunto de la estructura sedimentaria (sílex bandeado). Ahora bien, el problema constatado por diversos autores (Masson, 1979, 1981; Doce, 1988) se presenta cuando la zonación se distribuye en el interior de la estructura sedimentaria de forma bipartita o tripartita, ya que puede permanecer desapercibida hasta encontrar un elemento del conjunto que presente dicha zonación. Si esto no sucediera, se produciría una interpretación errónea de los datos, dado que diferenciaríamos la existencia de dos o más rocas síliceas, cuando en realidad sólo hay una. La repartición de los restos orgánicos puede ser también objeto de variaciones a escala del nódulo²².

De este modo, nosotros habíamos diferenciado un tipo (T3), que presentaba unas características idénticas al tipo T2 en cuanto a inclusiones, textura, tamaño de grano, etc. Sin embargo, se diferenciaba por un color claramente gris, (p.e.: núm. inv. macroscópico 3 y 36 de nivel II de Cova del Parco. color Munsell 2.5 Y 5/0 *gray*).

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
T3	2.5Y5/0	Moteada	Opaco	No	Sí	Rodado
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy lisa	Muy fino	Muy alta	Micrita	No		

Fig. 68. Principales características macroscópicas de definición del sílex T3.

La posterior recuperación en los afloramientos de Puente de Candanos (PC) y Castelló de Farfanya (CDF), de nódulos que mostraban este color gris en su parte más externa,

²²Masson (1981) ya observó que en las zonas subcorticales del sílex de la creta aparecía una mayor densidad de espículas de esponjas.

juntamente con el color más característico de T2, en la parte interna, nos llevaron a interpretar T3 como una variante de T2 a escala del nódulo.

Ante este hecho nos planteamos que podíamos haber creado más tipos, en el seno de los sílex oscuros, de los que realmente existían. Así observamos que también los tipos T4 y T5 correspondían al mismo tipo de error. Por un lado, el tipo T4 presentaba las mismas características que el grupo T2, aunque se caracterizaba por una coloración más marrón. Por otro lado, el tipo T5 presentaba como diferenciación, respecto a T2, la presencia de una pátina superficial ferruginosa. Ambas variantes (coloraciones marrones y pátinas ferruginosas) fueron documentadas entre los materiales recuperados en la zona de afloramientos de CDF.

Un error de atribución parecido, en este caso entre los sílex claros, creemos que permite explicar también la definición del tipo T6. Habíamos diferenciado este tipo de sílex a partir de las mismas características del tipo TT, a las que añadíamos otras (en el apartado de las inclusiones, partículas negras que teñían de amarillo la masa silícea). Esta variabilidad creemos que es también atribuible a la variabilidad a escala del nódulo, porque hemos localizado muestras de TT con óxidos de hierro y cristales de exfoliación romboédrica que también presentan los puntos negros que tiñen de amarillo (p.e. las piezas núm. inv. macroscópico 62 y 326 de nivel II de Cova del Parco).

En el caso del tipo TX el error en la atribución creemos que se debió a su “vistosidad”. La documentación de un sílex de zonación bipartita de colores vivos e intensos (violeta y mostaza) nos llevó a su diferenciación respecto al tipo TT, aunque ningún elemento permitía separarlos claramente, ya que presentaba las típicas inclusiones de óxidos de hierro y cristales de exfoliación romboédrica.

La variabilidad en la escala del afloramiento y/o la formación se traduce en cambios de coloración, de tamaño de los nódulos y en cambios estructurales debidos a la silicificación diferencial de la roca-caja, o a particularidades texturales de la misma (Masson, 1979, 1981; Doce, 1988; Terradas, 1995)

.- Puede tratarse de silicificaciones de carácter muy local en un estadio geológico que los mapas no recojan²³.

.- La tectónica diferencial, por uno y otro extremo de un afloramiento, de la misma formación y edad geológica, puede ser la responsable que en los diferentes extremos aparezcan contrastes entre los tipos de sílex, a pesar de tener los mismos tipos en su registro vertical, ya que las disposiciones estructurales de los estratos silicificados no han aflorado de igual manera en un lugar y en el otro²⁴.

Como consecuencia de estos problemas que acabamos de considerar: la variabilidad a escala del nódulo y a escala del afloramiento/formación geológica, nos hallamos ante un conjunto de materiales que se clasifican bajo el epígrafe de materiales de origen desconocido. Estos materiales de origen desconocido, resultan más importantes de lo que inicialmente nos podría parecer. Si bien, en el caso de aparecer en cantidad importante, nos pueden estar indicando la existencia de una fuente que no hemos documentado, pueden por otro lado, ser la evidencia de intercambios de materiales a larga distancia, en el caso que estos materiales se presenten en una proporción menor al 5% (Thierry Aubry, comunicación personal). Este podría ser el caso de los tipos T9 y T11 de nuestra clasificación²⁵.

²³ Debemos recordar que exceptuando las silicificaciones en un modelo de plataforma, que se encuentran sistemáticamente en ciertos medios sedimentarios, muchas silicificaciones son de carácter local (Aubry, 1991).

²⁴ Este es el caso del sílex del Turoniense basal de la región de Fumel en *Haut Agenais*, del cual diversos afloramientos fueron descubiertos por A. Morala y A. Turq (1983). P. Y Demars ya los había diferenciado en su trabajo del 1980, pero no se había podido utilizar el conocimiento de su origen para su interpretación arqueológica.

En un contexto diferente M. Mauger documentó silicificaciones que nunca no habían sido señaladas en un medio lacustre del Ludense de la región d'Etiolles (Mauger, 1984, 1985). Este sílex utilizado en los talleres d'Etiolles y Tarterêts, había sido atribuido erróneamente al Cretácico.

²⁵ Sobre los mecanismos de intercambio durante el Paleolítico, y de las maneras en que podemos documentarlo en el registro lítico hablaremos en el capítulo dedicado a la discusión y conclusiones.

3.3.3.4.4.- Caracterización macroscópica del conjunto de piezas retocadas del n.II de Cova del Parco.

El estudio traceológico del conjunto lítico de 118 restos pertenecientes al n. II Cova del Parco, merece una atención especial en este trabajo, ya que la clasificación utilizada en dicho estudio (Calvo, 1996, 2001) se basó en la clasificación que nosotros estábamos estableciendo a nivel macroscópico²⁶. El conjunto de 118 restos contemplaba 93 piezas retocadas y 25 piezas no retocadas.

Los sílex retocados han sido clasificados siguiendo la misma tipología utilizada en el yacimiento (el método analítico de Laplace).

La clasificación macroscópica de los diferentes tipos de sílex del n.II de Cova del Parco, ha permitido establecer, a su vez, una relación entre los tipos primarios que documentamos, y el tipo de sílex que se utilizó para su fabricación.

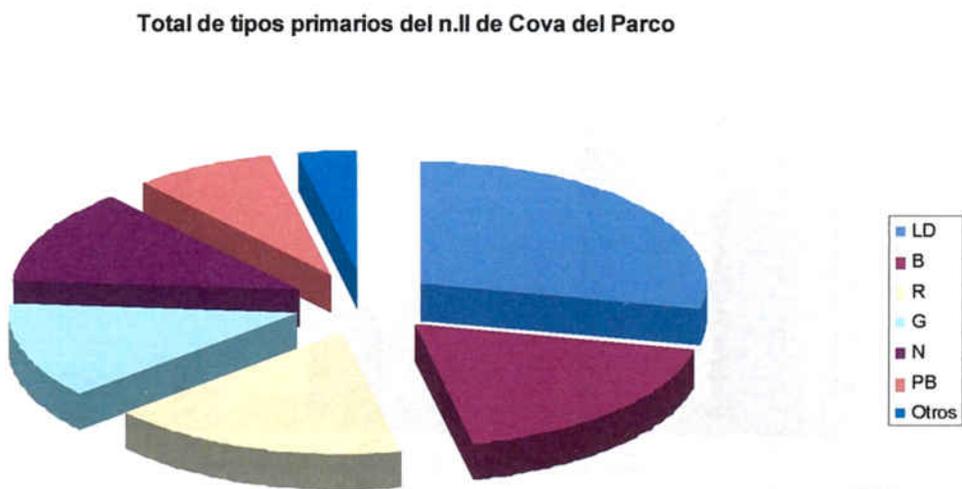


Fig. 69. Distribución porcentual de los diferentes tipos primarios del niv. II de Cova del Parco.

²⁶ En todos los gráficos se mantiene la separación entre sílex de tipo TT y TS porque aunque hemos documentado un mismo origen, con posterioridad a la realización de este estudio, creemos que la división se justifica en términos de su diferente "calidad". La diferenciación entre T1 y T2 responde también a este criterio práctico, ya que T1 es claramente un único nódulo tallado "in situ", creemos interesante mantenerlo individualizado como conjunto.

El tipo primario predominante lo constituyen las láminas de dorso rebajado (26,88%). El segundo grupo en importancia numérica es el constituido por los buriles (17,20%). Siguen, por orden de efectivos recuperados las raederas (16,12%), caracterizadas por una gran diversidad tipológica, los raspadores y los núcleos (11,82%) y las puntas de dorso rebajado (7,52%). Finalmente se considera ocasional la presencia de denticulados, abruptos indiferenciados y truncaduras (2,15%), puntas y hendedores (1,07%).

La comparación de los morfotipos con los tipos de sílex, y con el resto de la industria lítica (piezas no retocadas), nos proporcionará información sobre el aprovechamiento técnico y funcional que se hace de los diferentes grupos de sílex documentado.

El primer punto que analizaremos es el de la distribución de tipos de sílex en relación al total de tipos primarios.



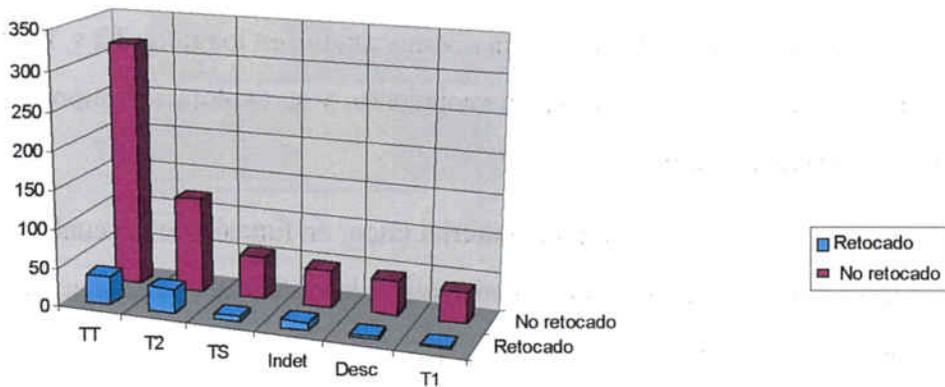
Fig. 70. Distribución de las piezas retocadas de sílex según el tipo de sílex en el niv.II de Cova del Parco.

El tipo de sílex predominante entre los retocados es el TT (39,7%), seguido por el tipo T2 (33,3%), y ya con porcentajes mucho más bajos, respecto a estos dos grupos predominantes, aparecen el resto de tipos de sílex, destacaremos los tipos INDET (10,75%), TS (7,5%) y T1 (4,3%).

Estos porcentajes adquieren un verdadero significado cuando los relacionamos con el total de la industria lítica documentada. Esta relación nos permitirá evidenciar el “grado de rentabilidad” de cada tipo de sílex, al relacionar la totalidad del sílex documentado, con el grado de utilización de cada tipo de sílex en la confección de los tipos primarios.

Si comparamos la distribución de restos no retocados, en relación con los tipos primarios de la industria recuperada, podremos observar como las tendencias generales de su comportamiento técnico son divergentes.

Relación Retocado/no retocado en el n. II de Cova del Parco



	TT	T2	TS	Indet	Desc	T1
■ Retocado	37	31	7	10	4	3
■ No retocado	317	123	55	47	44	40

Fig.71. Relación entre el total de restos de la industria lítica y el total de retocados, según el tipo de sílex, del n. II de Cova del Parco.

En el total de la industria lítica domina de manera destacada el sílex del tipo TT; en cambio entre los sílex retocados, este predominio queda matizado.

Si tenemos en cuenta que el tipo TT es el más abundante en el yacimiento, ¿por qué no destaca para la confección de útiles retocados?

La posible respuesta a esta pregunta debemos buscarla en la “calidad” del sílex. Las características intrínsecas de los sílex son las que parecen ser decisivas para la fabricación de los útiles, dado que no hay problemas para captar el sílex en la zona de la Cova del Parco. Consideramos que la elección de un determinado tipo de sílex para la confección del utillaje es una elección cultural no determinada, en principio, por el medio natural.

El tipo TT como hemos visto, se caracteriza por un conjunto de inclusiones que le confieren una calidad de talla experimental media. Sus características no lo hacen especialmente interesante a la hora de tallar determinados útiles, y más concretamente, aquellos que necesitan de una calidad de la materia prima alta/muy alta, para la consecución de soportes de tipo laminar estandarizados. De hecho, el análisis tecnológico ya puso de manifiesto que los esquemas de talla utilizados con el tipo TT diferían del utilizado con T2.

Los esquemas de talla laminar estandarizada, que requieren de una mayor preparación del núcleo, y por tanto, de una mayor calidad del sílex, no se han documentado en este tipo de sílex, en cambio aparecen bien documentados en los tipos T2 y T1. Estos tipos de sílex no afloran en áreas próximas al yacimiento, y su explotación supone un incremento del coste de elaboración.

Esta preselección intencionada del material lítico, en función de las cualidades del mismo, se refleja aún de forma más evidente al analizar los diferentes útiles que fueron fabricados con cada tipo de sílex.

En este sentido las láminas y las puntas de dorso (LD y PD) son los tipos primarios que por sus características de producción necesitan de una preparación del núcleo más compleja. No sería lógico analizar al respecto los raspadores sobre lasca, ya que las dificultades técnicas para conseguir las lascas son menores, y por tanto, la necesidad de un sílex de mayor calidad que permita este tipo de talla es también menor.

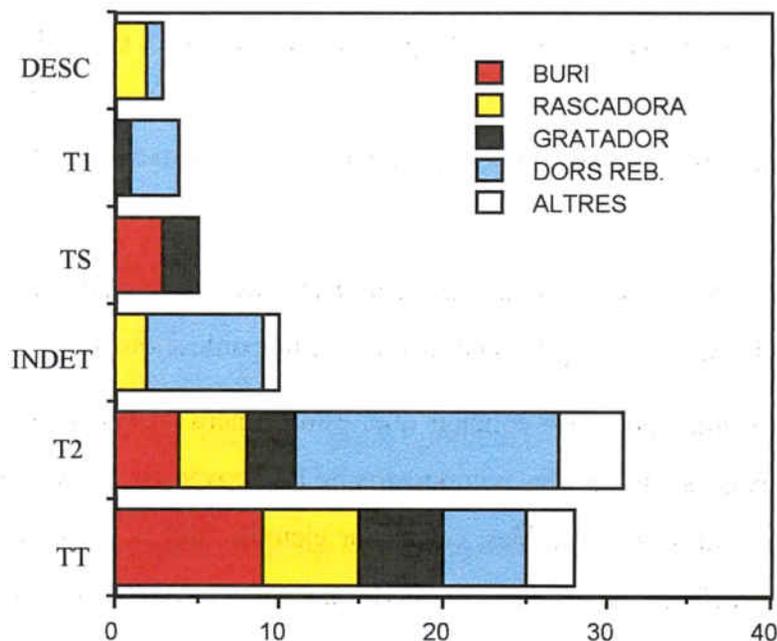


Fig. 72. Comparación entre los diferentes útiles en función del tipo de sílex en el n. II de Cova del Parco (Mangado, 1997).

Al restringir nuestra comparación a los materiales retocados vemos que el grupo T2 es el tipo de sílex que presenta una mayor cantidad de útiles. Entre éstos cabe destacar el grupo de las láminas de dorso (38,7%) y las puntas de dorso (12,9%). Estos elementos de dorso rebajado forman, conjuntamente, más de la mitad de las piezas confeccionadas sobre este tipo de sílex.

El grupo TT es el segundo tipo de sílex que presenta más útiles, la mayoría de los cuales realizados sobre lasca. La presencia de elementos de dorso rebajado (LD y PD) se debe al hecho que dentro de TT es necesario incluir los útiles confeccionados en sílex TX y T6, que por su mayor calidad, inicialmente habíamos separado de este grupo²⁷.

El tercer grupo en importancia, por lo que se refiere a los útiles, es el grupo de indeterminados. Este grupo lo hemos establecido para todos aquellos restos que, debido a su pequeño tamaño, o por su grado de termoalteración, no permiten una determinación suficientemente fiable. Creemos que debe destacarse que el grupo está fuertemente representado por elementos de dorso rebajado. Estos elementos de proyectil son a

²⁷Ver al respecto el apartado referente a tipos problemáticos.

menudo difíciles de determinar, tanto por su tamaño, como por los procesos de manipulación a que sus fabricantes los sometieron²⁸.

Los otros grupos de sílex (TS y T1), que también son sílex de “calidad”, muestran la misma tendencia de talla que se observa para T2, es decir, una tendencia a obtener soportes laminares estandarizados, aunque el escaso número de piezas relativiza el resultado.

En la figura 72 se observa, claramente, como el grado de rentabilidad de cada tipo de sílex varía en función del grupo tipológico que se ha confeccionado.

A modo de resumen podemos concluir que, esta primera clasificación nos ha permitido ordenar y trabajar los materiales recuperados de la excavación, en base a diferentes tipos de parámetros: unos cuantificables, como por ejemplo: índice de corticalidad, índice de pátina, y presencia de determinado tipo de inclusiones (óxidos de hierro, cristales de exfoliación romboédrica, “micrita”); y otros parámetros puramente cualitativos, y por tanto, no cuantificables a simple vista, o difíciles de evaluar (tamaño de grano, “calidad”).

Otra reflexión la podemos extraer de la variabilidad del sílex, que también nos proporciona una lección que ningún arqueopetrólogo debe olvidar. Las atribuciones a nivel macroscópico han de ser amplias, hasta cierto punto nos atrevemos a decir que abiertas, para incluir la máxima variabilidad posible. Esta imprecisión no debe significar aleatoriedad en la clasificación, hecho que no aportaría ningún conocimiento, sino más bien un campo de definición amplio, que nos permita, a partir de la observación de una cantidad de piezas muy elevada, establecer los grandes rasgos caracterizadores de los diferentes conjuntos recuperados. Las diferenciaciones precisas, requieren de otras técnicas.

²⁸ Los elementos de proyectil debían sustituirse con frecuencia ya que su fractura por utilización era habitual. Algunos de los sistemas de sustitución de dichos elementos, entre pueblos cazadores actuales utilizan el calentamiento al fuego de las resinas con que se sustentan las puntas a los soportes, lo cual provoca a menudo la combustión de las mismas y por tanto del proyectil (Comunicación personal, Thierry Aubry).

3.3.3.4.5.- Resultados de los análisis petrográficos sobre lámina delgada del n. II de Cova del Parco.

A.- Introducción.

El estudio macroscópico nos ha proporcionado un cierto número de características de los diferentes tipos de sílex. A pesar de ello, este tipo de aproximación no lo considerábamos suficiente; de hecho, sólo habíamos podido establecer una diferenciación entre tipos de sílex claros y tipos de sílex oscuros, pero ¿podíamos establecer otros niveles de diferenciación que nos permitieran una mejor definición de los tipos? La respuesta a esta pregunta nos la ha proporcionado la realización de un conjunto de láminas delgadas.

B.- El conjunto estudiado.

El conjunto de láminas delgadas estudiadas fue de 18. Las preparaciones se elaboraron en el *Servei de Làmina Prima* de la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona. El conjunto de láminas se confeccionó a partir de, por un lado, materiales silíceos de morfología nodular recuperados en algunos de los afloramientos documentados, y por otro lado, utilizamos muestras de sílex procedentes del n. II de Cova del Parco.

1.- Conjunto de muestras de afloramientos geológicos.

La cantidad de muestras recuperadas durante las prospecciones había sido elevada. Sin embargo, nuestro objetivo no era la realización de una caracterización de muestras estrictamente geológicas. Por este motivo, del conjunto de muestras recuperadas, hicimos una primera selección, en base a los criterios macroscópicos, que nos habían servido para la definición de los diferentes tipos de sílex del nivel arqueológico.

Después, redujimos el número de muestras a analizar aplicando el criterio que había guiado las prospecciones, el pragmatismo. Así decidimos analizar aquellas muestras que

creímos más adecuadas, y que parecía pudieran ser definidoras de características similares a las de los materiales arqueológicos. De esta manera, las muestras de los afloramientos geológicos las separamos entre las muestras de sílex claros, y las de sílex oscuros.

En el caso de las láminas delgadas de sílex claros, todas las muestras se obtuvieron del afloramiento de Vertiente Sur de San Mamet, para recoger la máxima variabilidad posible. En total se han analizado cinco láminas de este afloramiento.

VSSM 5.
VSSM 9.
VSSM 10.
VSSM 11.
VSSM 14.

En el caso de las láminas delgadas de sílex oscuros, las muestras se realizaron a partir de nódulos de Puente de Candanos y Castelló de Farfanya.

Realizamos también láminas sobre Serra Xerta y Serra Mania, pero posteriormente decidimos no incluirlas en este estudio dado su falta de contexto geológico.

PC 12.
CDF 3.
SRX 1.
SRM 1.

2.- Conjunto de muestras del n. II de Cova del Parco.

El conjunto de muestras de materiales del nivel II de Cova del Parco estudiado petrográficamente también se seleccionó siguiendo criterios precisos.

En este caso, desde un inicio, quedaron eliminados del conjunto todos los materiales retocados.

También tuvimos en cuenta otras limitaciones: debíamos recurrir a ciertos soportes, que por su tamaño, fuesen susceptibles de poder seccionarse. Esta premisa fue muy importante; limitaba en gran medida la selección, ya que nos encontrábamos ante conjuntos microlíticos, en los que no resulta fácil obtener una superficie suficiente de observación. Este problema fue parcialmente solucionado mediante la inclusión de los soportes a seccionar en resinas sintéticas.

Otra limitación fue la establecida por los tipos de sílex del nivel II que habíamos definido como tipos “desconocidos”, ya que no teníamos ninguna referencia con la que comparar.

Finalmente se estableció un conjunto de 9 láminas delgadas, que se subdividieron en dos grupos: láminas de los tipos de sílex claros, y láminas de los sílex oscuros.

El subconjunto de láminas de sílex claro, en total 6, proceden de piezas clasificadas como tipo TT, excepto la pieza 402, que no quedaba suficientemente definida a nivel macroscópico en TT, o bien en TS.

Identificación de la lámina	Tipos sílex claro
MALP 139	TT
MALP 312	TT
MALP 363	TT
MALP 393	TT
MALP 402	TT/TS
MALP 524	TT

El subconjunto de láminas de sílex oscuro, en total 3, proceden de dos piezas clasificadas como tipo T2, y una como tipo T1.

Identificación de la lámina	Tipos de sílex oscuro
MALP 19	T2
MALP 174	T2
MALP 199	T1

Las pocas láminas realizadas, sobre las variedades oscuras de muestras arqueológicas, se puede explicar por la conjunción de diversos factores: por un lado, dado que la gran mayoría de restos eran piezas retocadas, por otro lado, la cantidad inicial de restos era escaso, y finalmente, su marcado carácter microlítico no permitía obtener superficies de análisis suficiente.

C.-Caracteres microscópicos de los tipos de sílex.

1.- Tipo TT

Mq	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	fss	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	lkn	T.Si
5%	40%	10%	-	40%	-	-	4%	-	1%	Sí	-	139	TT
10%	80%	-	Tes.	-	-	-	5%	-	Tes.	No	5%	312	TT
3%	75%	-	10%	No	-	-	3%	Sí	9%	No	No	362	TT
No	75%	-	15%	No	-	-	5%	Sí	5%	No	No	393	TT

0%	90%	-	Sí	Prd	-	-	Tes.	-	Tes.	-	-	402	TT?
No	75%	-	20%	No	-	-	No	-	5%	-	-	524	TT
Tes.	20%	-	No	70%	-	-	10%	No	Tes.	No	Sí	VSSM10	TT
Tes.	80%	80%	Tes.	10%	-	-	9%	Sí	1%	No	No	VSSM11	TT
Tes.	90%	-	10%	Tes.	-	-	Tes.	No	Tes.	No	No	VSSM14	TT
No	95%	-	No	5%	-	-	Tes.	-	5%	Tes.	No	VSSM5	TT
10%	70%	-	20%	Tes.	-	-	Tes.	-	Tes.	No	No	VSSM9	TT

Fig. 73. Caracterización microscópica²⁹ de las láminas delgadas del tipo TT.

De la observación de la tabla podemos extraer algunos elementos que nos pueden servir para la caracterización de estos sílex.

Por lo que se refiere a la mineralogía podemos observar como el constituyente principal de la textura es el mosaico de microcuarzo. Por contra, los mosaicos de criptocuarzo aparecen sólo en dos muestras, y los mosaicos de megacuarzo sólo aparecen representados de forma testimonial. A pesar de esta “testimonialidad” cabe señalarse que hemos podido observar una disposición de los megacrístales de cuarzo del tipo “almenado” (MALP 312 y 362), que François Arbey (1980) asoció con ambientes de sustitución sulfatados.

²⁹ Leyenda: Mq, megacuarzo; mq, microcuarzo; mc, criptocuarzo; l.fs, calcedonia *length-fast*; l.sl, calcedonia *length-slow*; op, ópalo; fss, fósiles. C an, carbonato original. C ps, carbonato posterior a la silicificación. OFe, óxidos de hierro. Evp, testimonios de evaporitas. Trr, terrígenos. Idn, identificación de la lámina. T.sil. Tipo de sílex según la clasificación macroscópica. Test, presencia testimonial. Pdr, presencia predominante.



Fig. 74. Megacristales de cuarzo de tipo almenado. MALP 362. NC. 2'5x. En el centro de la imagen observamos carbonato original y porosidad (foto del autor).

Respecto a las variedades fibrosas del cuarzo la tabla muestra tres situaciones diferentes:

Por un lado, observamos muestras en las que conviven las dos variedades de la calcedonia, hecho generalmente poco habitual (VSSM 14, 11, 9 y MALP 402).

Por otro lado, hay muestras en las que sólo hemos constatado la presencia de calcedonia *length-fast* o de elongación negativa (MALP: 312, 362, 393, 524).

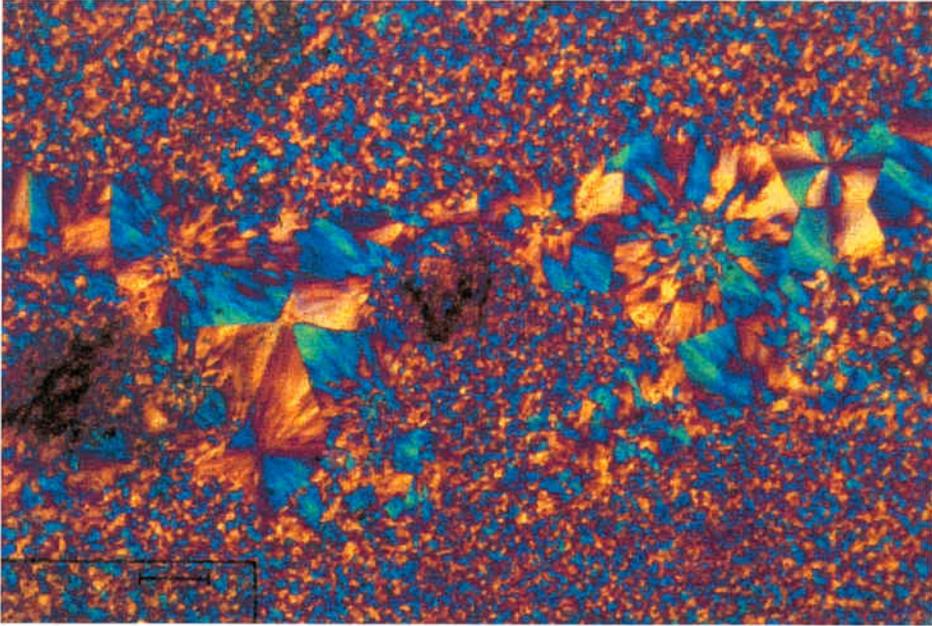


Fig. 75. Calcedonia *length-fast*. MALP 393. NC y compensador. 5x (foto del autor).

Y finalmente, otras muestras sólo presentaban calcedonia del tipo *length slow* (MALP: 139 y VSSM 5, 10), propia del reemplazamiento evaporítico.

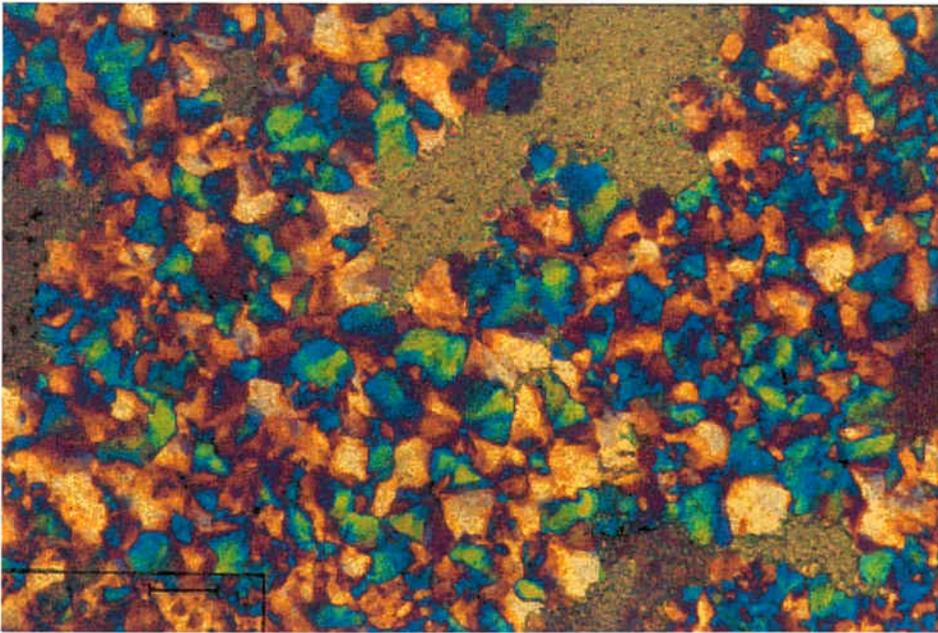


Fig. 76. Calcedonia *length-slow*. VSSM 10. NC y compensador. 10x. (foto del autor).

Ninguna de las láminas ha mostrado la presencia de fases opalinas, ni se han identificado microfósiles.

Por lo que respecta a los componentes no silíceos, se ha puesto de manifiesto como los óxidos de hierro constituyen un buen elemento definidor.

En referencia a los óxidos de hierro (hematites) podemos establecer, gracias a la observación microscópica, algunas diferencias entre los tipos de presentación de los mismos:

Por un lado, hemos documentado plaquetas de hematites, que aparecen tanto de forma dispersa como en agrupaciones más o menos importantes (MALP 524).

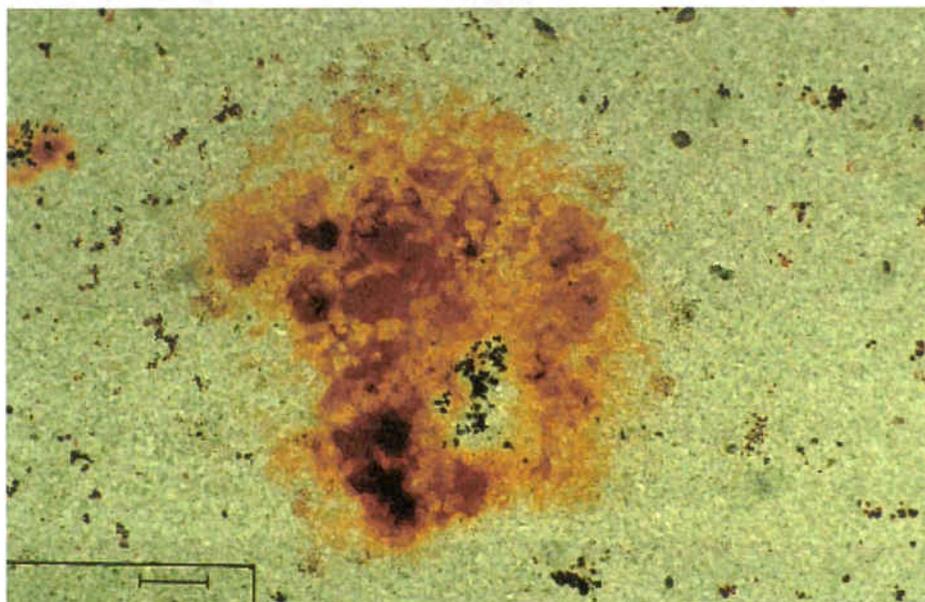


Fig. 77. Agrupación de plaquetas de hematites. MALP 524.LP. 10x. (foto del autor).

Por otro lado, la hematites aparece con una morfología fibrosa laminar, que podría vincularse, en su formación, con el reemplazamiento de cristales de yeso, iniciado en sus planos de exfoliación, (MGLP: VSSM 5).

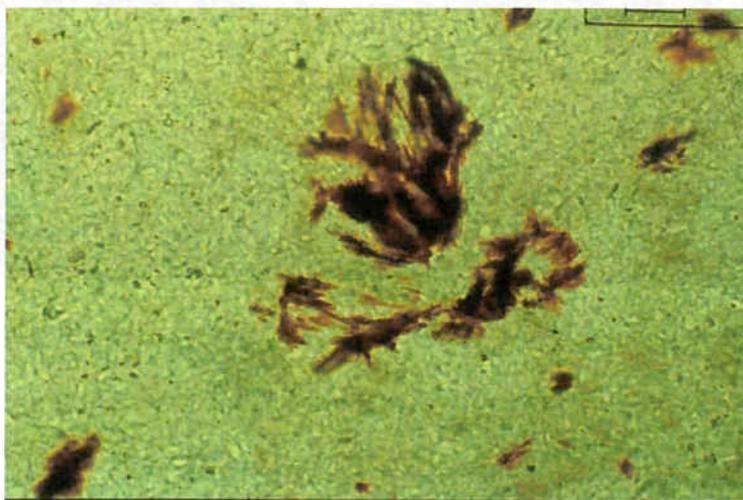


Fig. 78. Hematites de morfología fibrosa laminar. VSSM 5. LP. 20x. (foto del autor).

Esta evidencia, juntamente con otras, nos ayudará en gran medida a definir el medio sedimentario de este sílex, y también por tanto, a vincular las muestras geológicas con las arqueológicas.

Una tercera forma de presentación de la hematites fue en forma de cemento ferruginoso que ha permitido la conservación de lo que parece ser un tejido celular vegetal.

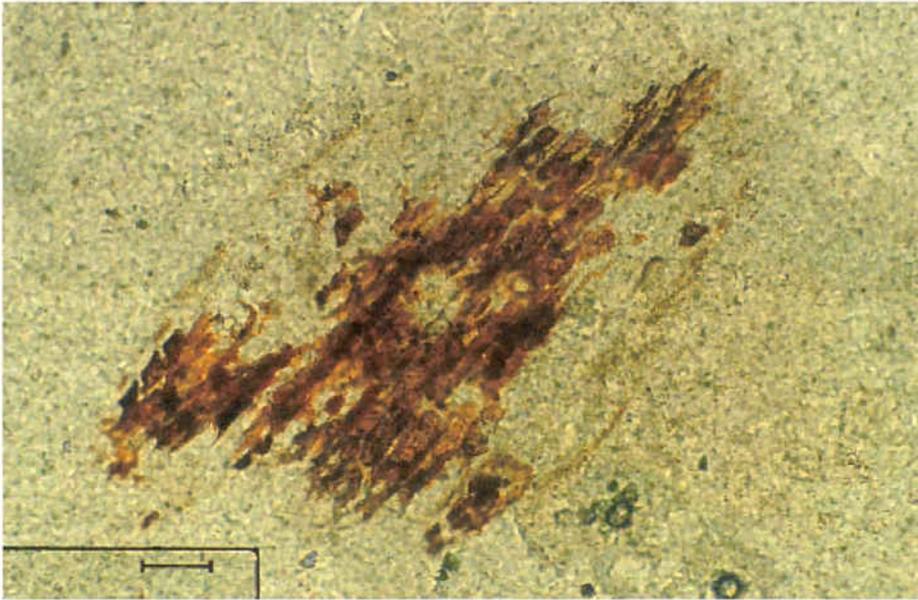


Fig. 79. Cemento de hematites que conserva la morfología de un tejido vegetal. MALP 393.LP. 20x.

(foto del autor)

La pieza MALP 402 se ha mostrado finalmente como una muestra más del tipo TT. En ella hemos podido reconocer la presencia de óxidos de hierro y de mosaicos de cristales de carbonato cálcico (calcita), así como el predominio en la textura fibrosa de la variedad de calcedonia *length-slow*, propia del reemplazamiento evaporítico.

Respecto al carbonato cálcico de estas muestras, podemos interpretarlo mayoritariamente, como anterior a la silicificación. Este hecho quedaría demostrado por los numerosos contactos de tipo cóncavo/convexo observados (VSSM 10 y 5). Así como por las superficies de los cristales de carbonato desfigurados por la sílice (MALP 312).

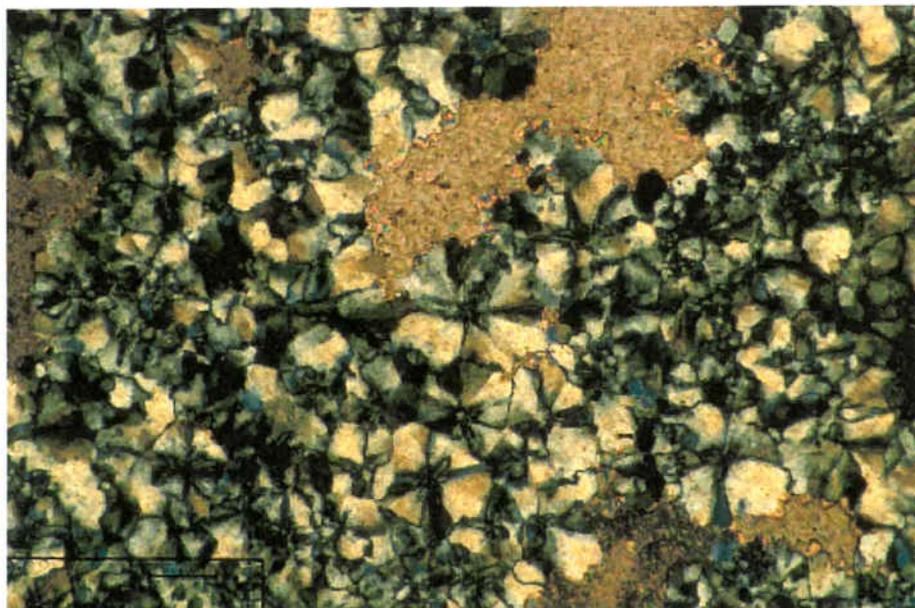


Fig. 80. Carbonato en proceso de disolución por ataque de la sílice. Contactos de tipo cóncavo-convexo. MGLP VSSM 10. NC. 10x. (foto del autor)

Unos de los elementos más destacados que nos ha permitido observar la microscopía han sido los pseudomorfos de cristales lenticulares de yeso. Éstos son una prueba inequívoca de un medio sedimentario evaporítico.

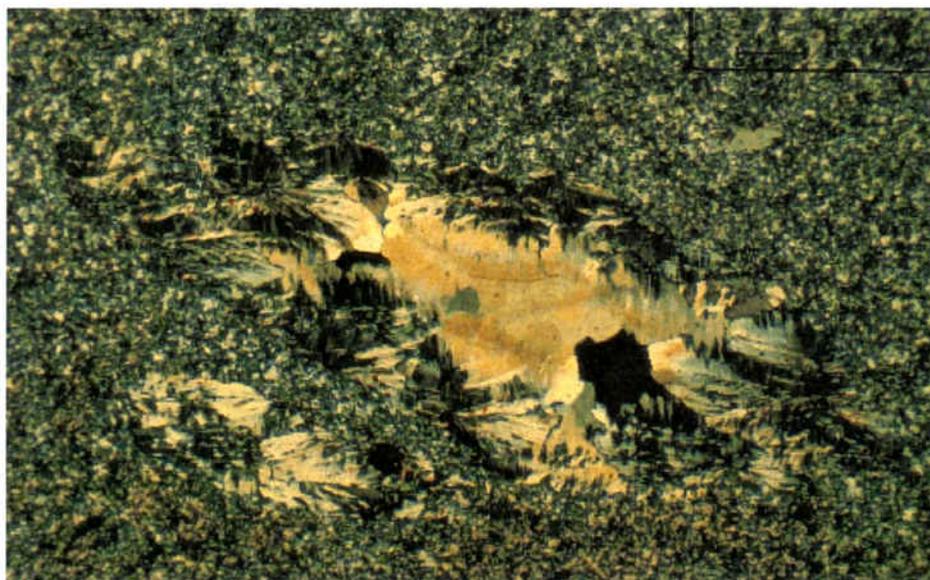


Fig. 81. Pseudomorfos de cristales lenticulares de yeso. VSSM 5. NC. 2'5x. (foto del autor).

En conclusión, ante la gran cantidad de evidencias que muestran un ambiente de formación evaporítico (pseudomorfos de yeso, calcedonia *length-slow*, probablemente las hematites fibrosas) creemos que los materiales arqueológicos del tipo TT presentan la

misma génesis que las rocas silíceas recuperadas en el depósito de VSSM, y que a la vez, éstas pueden vincularse, directamente, con el ambiente de formación lacustre de las calizas y calciarenitas con sílex del Garumniense.

2.- Tipos T2 y T1

Mq	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	fss	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	Idn	T.Si
No	90%	90%	Tes.	No	-	-	5%	-	1%	No	2%	174	T2
No	90%	90%	No	No	-	-	8%	-	Tes.	No	2%	19	T2
Tes.	90%	90%	Tes.	No	-	Sí	8%	-	No	No	2%	CD3	T2
Tes.	80%	80%	10%	No	-	Sí	8%	-	No	No	2%	PC12	T2
Tes.	90%	90%	Tes.	No	-	Sí	8%	-	Tes.	No	2%	199	T1

Fig. 82. Caracterización microscópica de los restos analizados en lámina delgada de los tipos T2 y T1 del n II de Cova del Parco.

De la observación de esta tabla podemos extraer algunos elementos que nos pueden servir para la caracterización de estos sílex.

En lo referente a la mineralogía podemos observar que la textura dominante es el mosaico de microcuarzo, mezclado con el de criptocuarzo. Hemos establecido el mismo valor para ambos mosaicos, dado que es prácticamente imposible individualizarlos al microscopio.

Por otro lado, el megacuarzo se limita a mosaicos isométricos dispuestos como segunda generación de relleno interno de envueltas micríticas en dos muestras (MALP 199 y PC12).

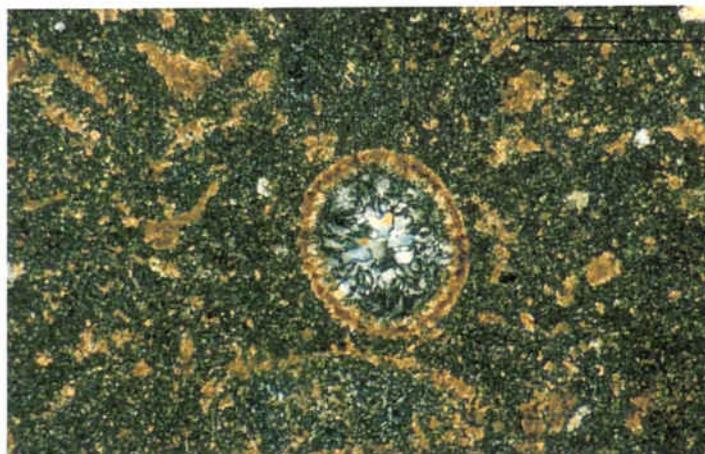


Fig. 83. Mosaico de megacuarzo como cemento de relleno interno de un envoltorio micrítico.

Respecto al cuarzo fibroso, sólo se ha documentado la presencia de un tipo de calcedonia, la *length-fast*, mientras que no hemos documentado calcedonia *length-slow*. En una de las ocasiones su morfología era de tipo “torsadée” (MGLP PC12).



Fig.84. Calcedonia *torsadée*. MGLP PC12. NC. 5x (foto del autor)

En el caso de las láminas delgadas realizadas sobre sílex oscuros, sí que ha sido posible documentar la presencia de restos fósiles, aunque no se trataba de restos silíceos, sino calizos.

Respecto a los componentes no silíceos debe destacarse, de manera especial, la presencia de elementos esqueléticos, constituidos por carbonato cálcico de tamaño micrítico, que

tapizan en la mayoría de las muestras la superficie de las preparaciones. El estado de conservación de estos elementos es variable.

Por un lado, documentamos elementos totalmente silicificados, de los que sólo se conserva el envoltorio micrítico. El proceso de silicificación de estos restos muestra una evolución en etapas, que presenta una primera generación de cuarzo fibroso formando un mosaico de tipo rim, y una segunda generación de mosaico de megacuarzo de tipo anédrico, como nos muestra la figura 83.

Por otro lado, hemos documentado también restos esqueléticos carbonatados en un estado de conservación muy bueno, que han permitido la identificación de la división a que pertenecen, en este caso las algas carofíceas, propias de fuentes de aguas dulces.

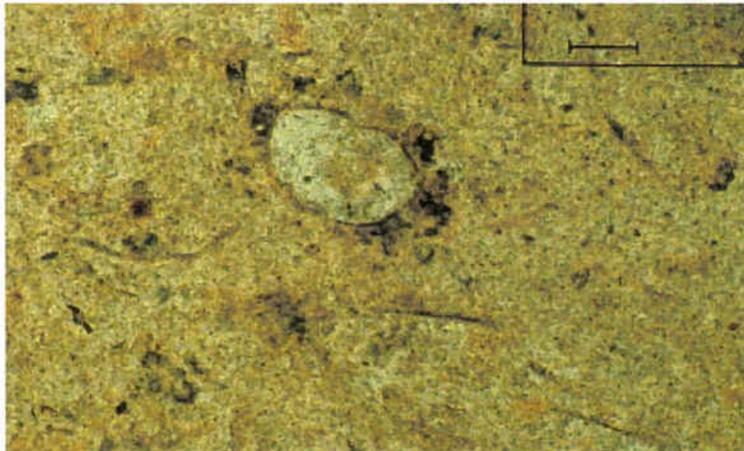


Fig. 85. Restos esqueléticos de algas carofíceas. MALP 199. LP. 10x (foto del autor).

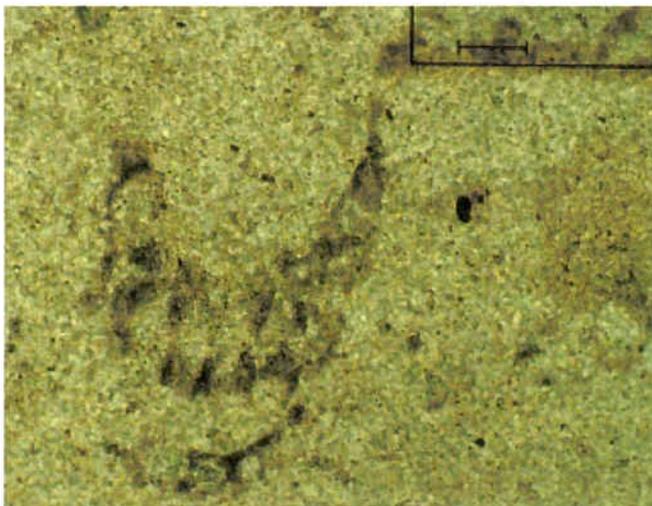


Fig. 86. Restos esqueléticos de algas carofíceas. MGLP CDF 3. LP. 10x (foto del autor).

Por lo que respecta al resto de elementos no silíceos sólo podemos destacar su ausencia. Del mismo modo, no ha sido documentada ninguna evidencia de ambiente de formación evaporítico: ni pseudomorfos de yeso, ni calcedonia *length slow*, ni óxidos de hierro de tipo fibroso. Por lo que respecta precisamente a la hematites, su aparición es puramente testimonial, convirtiéndose en un mal elemento definidor de este conjunto de materiales.

Por contra, el elemento común, que hemos podido evidenciar en todas las muestras estudiadas son los terrígenos. Se trata de minúsculos granos de cuarzo de morfología redondeada, o subredondeada que se reparten por toda la lámina; su aspecto nos demuestra que fueron aportados a la cuenca de sedimentación, y que no son fruto del proceso diagenético de silicificación, es decir, no son autigénicos.

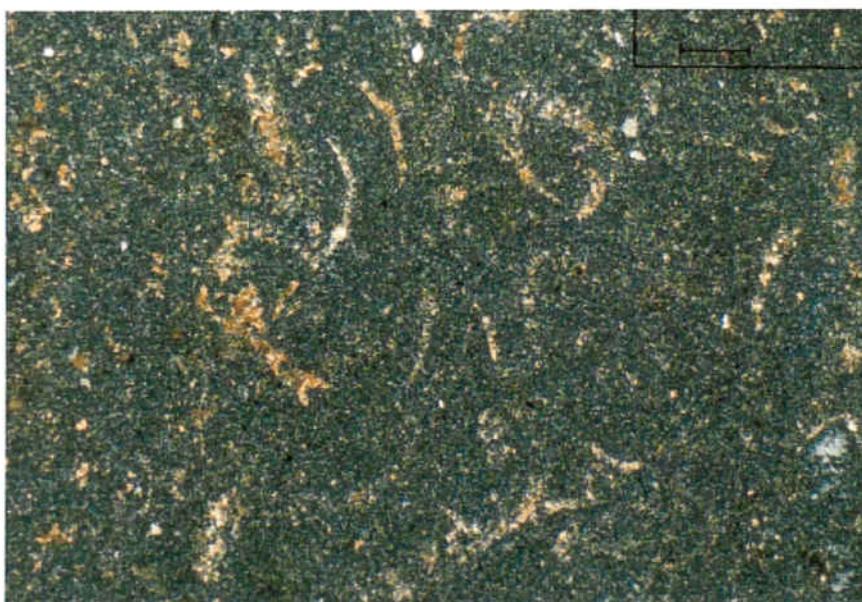


Fig. 87. Textura general de la MGLP PC12. Se observan los restos bioclásticos y los granos blancos de cuarzo detrítico. NC. 10x. (foto del autor).

3.- Sistematización y comparación de los caracteres microscópicos documentados.

En base a los datos recogidos en la ficha de análisis microscópico elaboramos un conjunto de tablas que nos permitieran establecer y valorar ciertas observaciones constatadas durante el análisis.

Mq	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	fss	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	Por	Idn	T.Si
5%	40%	10%	-	40%	-	-	4%	-	1%	Sí	-		139	TT
10%	80%	-	Tes.	-	-	-	5%	-	Tes.	No	5%	4%	312	TT

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior Final y el Epipaleolítico

3%	75%	-	10%	No	-	-	3%	Sí	9%	No	No		363	TT
No	75%	-	15%	No	-	-	5%	Sí	5%	No	No		393	TT
0%	90%	-	Sí	Prd	-	-	Tes.	-	Tes.	-	-		402	TT?
No	75%	-	20%	No	-	-	No	-	5%	-	-		524	TT
Tes.	20%	-	No	70%	-	-	10%	No	Tes.	No	Sí		VSSM1 0	TT
Tes.	80%	80%	Tes.	10%	-	-	9%	Sí	1%	No	No	15%	VSSM1 1	TT
Tes.	90%	-	10%	Tes.	-	-	Tes.	No	Tes.	No	No		VSSM1 4	TT
No	95%	-	No	5%	-	-	Tes.	-	5%	Tes.	No		VSSM5	TT
10%	70%	-	20%	Tes.	-	-	Tes.	-	Tes.	No	No		VSSM9	TT
No	90%	90%	Tes.	No	-	-	5%	-	1%	No	2%		174	T2
No	90%	90%	No	No	-	-	8%	-	Tes.	No	2%		19	T2
Tes.	90%	90%	Tes.	No	-	?	8%	-	No	No	2%		CDF3	T2
Tes.	80%	80%	10%	No	-	?	8%	-	No	No	2%		PC12	T2
Tes.	90%	90%	Tes.	No	-	-	8%	-	Tes.	No	2%		199	T1

Fig. 88: Caracterización microscópica de las muestras analizadas petrográficamente³⁰.

A partir de la tabla hemos iniciado un proceso de simplificación, que nos permitiera diferentes lecturas tanto en vertical como en horizontal. Así, si eliminamos las palabras “No” y “Tes.”, y los signos (-), (0%) y (1%) obtenemos la tabla siguiente:

Mq	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	fss	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	Por	Idn	T.Si
5%	40%	10%	-	40%	-	-	4%	-	-	Sí	-		139	TT
10%	80%	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	5%	4%	312	TT
3%	75%	-	10%	-	-	-	3%	Sí	9%	-	-		363	TT
-	75%	-	15%	-	-	-	5%	Sí	5%	-	-		393	TT
-	90%	-	Sí	Prd	-	-	-	-	-	-	-		402	TT?
-	75%	-	20%	-	-	-	-	-	5%	-	-		524	TT
-	20%	-	-	70%	-	-	10%	-	-	-	Sí		VSSM1 0	TT
-	80%	80%	-	10%	-	-	9%	Sí	-			15%	VSSM1 1	TT

³⁰ La leyenda se corresponde con la de figuras anteriores.

-	90%	-	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	VSSM1 4	TT
-	95%	-	-	5%	-	-	-	-	5%	-	-	VSSM5	TT
10%	70%	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	VSSM9	TT
-	90%	90%	-	-	-	-	5%	-	-	-	2%	174	T2
-	90%	90%	-	-	-	Sí	8%	-	-	-	2%	19	T2
-	90%	90%	-	-	-	Sí	8%	-	-	-	2%	CDF3	T2
-	80%	80%	10%	-	-	Sí	8%	-	-	-	2%	PC12	T2
-	90%	90%	-	-	-	Sí	8%	-	-	-	2%	199	T1

Fig. 89. Caracterización microscópica simplificada de las muestras analizadas.

Uno de los resultados más evidentes de la observación por columnas, por lo que se refiere a textura y mineralogía es el predominio absoluto de las texturas microcristalinas del cuarzo. Ésta es la textura petrográfica principal en las muestras estudiadas. Los porcentajes de su representatividad en las distintas láminas son variables. En la mayoría de los casos es muy alto, entre el 70% y el 90% del cuarzo en mosaico. Estos valores, sin embargo, se pueden matizar en función de diversos subgrupos:

En primer lugar, podemos observar como hay dos muestras claramente deficitarias en esta textura. Se trata de MALP 139 y VSSM 10. Ambas presentan un mosaico poco importante en porcentaje; sin embargo, en ambos casos la diferencia se explica por un importante mosaico de esferulitos y abanicos de cuarzo fibroso, del tipo *length-slow*, que constituyen la textura principal en ambas muestras.

Un segundo grupo lo constituyen las muestras que presentan mosaico de megacuarzo. En este caso, el porcentaje de mosaico de microcuarzo decrece.

El tercer subgrupo lo constituyen las muestras de los sílex oscuros, en las que en general, la separación entre mosaico de micro y criptocuarzo es realmente difícil de establecer.

Podemos observar también como los mosaicos de megacrístales de cuarzo son escasos. Esta observación es especialmente definidora en el caso de los sílex oscuros, entre los que ninguna muestra supera la presencia testimonial de megacrístales. Estos mosaicos aparecen como segunda generación en el relleno de porosidad; a pesar de su escasez, pueden resultar importantes, ya que su disposición "almenada" nos puede indicar un medio de sustitución sulfatado (Arbey, 1980).

Por lo que se refiere a las variedades fibrosas del cuarzo podemos observar, también, una clara diferencia entre el sílex TT y los sílex T1 y T2. Mientras que en las muestras del primero aparece tanto un tipo como otro de calcedonia, en las muestras de T1 y T2, nunca aparece la variedad evaporítica (*length-slow*), y además la variedad *length-fast* es testimonial, al menos, en más de la mitad de las muestras.

Un caso aparte lo constituye la MALP 402, en la que observamos la alternancia de las variedades de calcedonia, gracias a la presencia de calcedonia *length-fast*, y a la vez, al predominio de la *length-slow*. Esta coexistencia no es un hecho excesivamente frecuente (Bustillo, 1980).

Finalmente, y en lo que a mineralogía y textura se refiere, queremos poner de manifiesto que no hemos documentado ninguna textura opalina.

En conclusión, esto nos permite establecer una definición del conjunto, desde un punto de vista petrográfico, como sílex de textura microcristalina, tendente, en ocasiones, a criptocristalina.

Otras lecturas que la tabla nos facilita pueden ser respecto al medio sedimentario original. En este sentido podemos ver como el tipo TT presenta calcedonia de elongación positiva, óxidos de hierro de aspecto laminar y pseudomorfos de formas lenticulares, todos ellos testimonios de un ambiente de formación evaporítico. De manera totalmente opuesta, los tipos T1 y T2, caracterizados a partir de los restos fósiles de algas calizas de aguas dulces y de terrígenos, pueden asociarse a medios de formación no evaporíticos.

En la misma tabla podemos observar como se produce un comportamiento diferencial respecto a otro de los elementos observados. En este caso se trata de la presencia de carbonato. En la parte superior de la tabla se encuentran las muestras, en las que el carbonato anterior a la silicificación, presenta un índice de aparición que consideramos bajo; fundamentalmente se trata de mosaicos de esparita, muy alterados por los procesos de silicificación, que muestran los cristales de carbonato con las superficies muy alteradas por la sílice, con contactos de tipo cóncavo-convexo muy marcados.

En cambio, entre las muestras de los tipos T1 y T2, la presencia de restos de carbonato original es considerada un elemento característico de definición. En este caso no se trata de esparita sino de restos de fango calizo (micrita), ooides y bioclastos.

De manera opuesta, encontramos la presencia de carbonato posterior a la silicificación. Mientras es inexistente en las muestras correspondientes a los tipos T1 y T2, no es extraño entre los sílex del tipo TT, en forma de fracturas rellenas por cristales de calcita.

3.3.3.4.6.- Aproximación micropaleontológica a los materiales de Castelló de Farfanya.

Como colofón a esta caracterización petrográfica de los materiales silíceos, tanto arqueológicos como geológicos, queremos hacer referencia, necesariamente breve, a los materiales del Sannoisiense del afloramiento de Castelló de Farfanya. Estos materiales han empezado a ser analizados desde una perspectiva de palinofacies. Nos encontramos aún muy lejos de poder superar una mera descripción de algún elemento de las muestras. Sin embargo, la presencia de materia orgánica conservada nos anima a continuar en un futuro en este campo para completar la caracterización de las muestras, a partir de la definición de sus medios sedimentarios originales. Por este motivo pensamos que tiene interés mostrar alguno de los datos obtenidos.

La muestra CDF 43. 1gr. A1 (cribada), ha presentado la presencia de protistoclastos, fitoclastos y zooclastos, con grados de preservación variables.

PROTISTOCLASTOS	Mal preservados	acritarcos
		Células amorfas no estructuradas
	Bien preservados	acritarcos
		dinoflagelados
FITOCLASTOS	Mal preservados	
	Bien preservados	Inertita estructurada. Fragmento leñoso

ZOOCLASTOS	Mal preservados	
	Bien preservados	Diente de pez

3.3.4.- Los niveles epipaleolíticos de Cova del Parco.

3.3.4.1.- Introducción.

Una vez finalizada la caracterización petroarqueológica del nivel II de la Cova del Parco (Magdalenense Superior Final), que constituyó el tema de nuestra tesis de licenciatura, consideramos de gran interés iniciar el protocolo técnico de caracterización de los niveles epipaleolíticos del mismo yacimiento, ya que durante su proceso de excavación (entre 1993 y 1999) parecía evidenciarse un cierto cambio de comportamiento en la gestión de las materias primas explotadas. Al mismo tiempo, una parte de la labor llevada a cabo hasta el momento era útil para nuestro propósito de tesis doctoral, ya que los afloramientos geológicos documentados, y parte de los restos de sílex tallados del yacimiento, eran similares a los materiales documentados en el nivel II.

Una vez establecida la identidad geológica de los materiales arqueológicos del mencionado nivel II, decidimos abandonar las nomenclaturas provisionales de los tipos arqueológicos TT y T1-T2, y sustituirlos por sílex garumniense y sílex sannoisiense respectivamente, dado el valor explicativo de estos términos respecto a los anteriores. Sin embargo, las litologías que el desarrollo de nuestros trabajos ha ido documentando, de las cuales desconocemos el origen geológico, han sido referenciadas con términos descriptivos, tales como “sílex de fósiles”, a la espera de una definición más precisa de los pisos geológicos a los que ser atribuidos.

El inicio del Holoceno en el yacimiento de la Cova del Parco está marcado por una caída de bloques del techo. Es sobre esta caída, como había visto ya el Dr. Maluquer, que se han identificado los niveles del Epipaleolítico. La excavación desarrollada en el nivel sedimentológico I del sector de la cueva, permitió la identificación de distintos niveles

estratigráficos con ocupación antrópica epipaleolítica. Éstos se denominaron inicialmente como: nivel Ia2, nivel Ib y nivel Ic. La ocupación epipaleolítica en el sector del abrigo se denominó simplemente I. (Fullola et al., 1998).

3.3.4.2.- Medioambiente, flora y fauna.

Desde un punto de vista geomorfológico, el depósito epipaleolítico Ia ha sido dividido en dos subniveles por la Dra. Bergadà (1998). En la mitad inferior de dicho nivel, la sedimentación se debería a procesos de escorrentía de fuerte intensidad, que produciría costras sedimentarias bien desarrolladas, fruto de precipitaciones esporádicas y de tipo tormentoso, que darían lugar a una tasa alta de sedimentación por la erosión de las vertientes. Las condiciones del entorno serían semiáridas.

El subnivel Ia superior, sería el resultado de la disgregación de la pared de la cueva, probablemente fruto de unas condiciones frías (hielo-deshielo) y húmedas, como demuestra la presencia de actividad biológica y la estructura laminar, la morfología redondeada y la fragmentación de la fracción detrítica (Bergadà, 1998).

Los estudios paleoambientales de este mismo nivel nos han proporcionado numerosos datos sobre el entorno vegetal de la ocupación. La vegetación está formada por *Juniperus*, *Quercus ilex*, *Rhamnus*, *Acer* y *Quercus robur*. La ausencia de *Pinus*, con la aparición de taxones de *Rosmarinus officinalis* y de efedras, nos señala condiciones de sequedad del entorno y suelos pobres; mientras que los robledales se situarían en parajes privilegiados por una cierta humedad. El paisaje sería bastante abierto, una estepa arbustiva, con un clima no muy frío, pero sí seco (Bergadà et al., 1999).

El nivel sedimentario Ia contiene en su parte superior, hasta una Z ±200/210 cm., un horizonte cultural correspondiente a un momento antiguo de la facies geométrica (Fullola et al., 1998), y que se correspondería, *grosso modo*, con el anteriormente citado nivel estratigráfico Ia2, ya que en su parte inferior, por debajo de dicha profundidad, contiene ocupaciones de la facies microlaminar (Z± 210/230 cm.). El horizonte cultural geométrico, del que se han podido establecer dos suelos de ocupación, es precisamente

el que nosotros hemos analizado más en profundidad para la realización de este trabajo (Mangado et al., e.p 2).

El horizonte epipaleolítico microlaminar infrayacente, del cual sólo hemos podido determinar un nivel de ocupación, ha sido objeto, por nuestra parte, de un análisis exclusivamente de tipo macroscópico, ya que como veremos, la cantidad de material lítico recuperado durante la excavación en extensión, no resultó excesivo (Mangado et al., e.p 2). Del mismo modo, debemos anunciar que la distinción entre Ib y Ic no responde a criterios arqueológicos sino meramente estratigráficos. La excavación en extensión del nivel Ib nos llevó a la constatación de que nos hallábamos ante una gran estructura de combustión (EC15), parcialmente destruida por el sondeo del Dr. Maluquer, y no ante un nivel de ocupación propiamente dicho, y diferenciable del infrayacente Ic (Fullola et al., e.p). Es decir, consideramos que el nivel estratigráfico Ic corresponde a la matriz en la que se excavó la estructura de combustión (EC15), y en consecuencia, interpretamos Ib y Ic como un suelo de ocupación contemporánea. Por este motivo, en este trabajo presentamos agrupados los materiales recuperados en la excavación de ambos niveles. A pesar de ello, creemos interesante recoger las indicaciones que sobre las características sedimentarias de ambos nos aporta la tesis de la Dra. Bergadà (1998).

La formación del nivel Ib estuvo muy condicionada por la actividad antrópica, como demuestra la abundancia de restos de origen vegetal, que corresponden mayoritariamente a materiales leñosos, cuyas trazas de combustión indican que se alcanzaron los 450-500° C de temperatura. Las condiciones paleoambientales reflejan una situación de humedad y frío importantes (Bergadà, 1998). De hecho, como acabamos de mencionar, la excavación de Ib ha evidenciado que este nivel se corresponde con una estructura de combustión (EC15), en la que se diferenciaron dos “subestructuras” o focos de combustión diferenciados EC15a y EC15b. En los que por los análisis de fitolitos, llevados a cabo por la Dra. Albert (Fullola et al., e.p), se ha podido constatar una importante presencia de fitolitos de troncos de árboles dicotiledóneos.

El proceso sedimentario del nivel Ic es distinto. La sedimentación es fruto de la escorrentía con variaciones de intensidad en el flujo. La formación de costras sedimentarias indica unas condiciones climáticas semiáridas con precipitaciones de

régimen tormentoso. Al mismo tiempo, se dieron condiciones de una cierta humedad y de frío (Bergadà, 1998).

En la base de este nivel se localizan una serie de bloques acompañados de escaso material arqueológico (dorsos rebajados y un núcleo piramidal en sílex sannoisienses, un raspador unguiforme y grandes fragmentos de sílex de clara adscripción garumniense local, una mandíbula de *Capra pyrenaica* y algunos restos de *Cervus elaphus*). Este conjunto de materiales ha sido interpretado arqueológicamente como perteneciente a un horizonte de Magdalenense epigonal (Z±260-230 cm.) (Fullola et al., e.p; Mangado et al, e.p2).

3.3.4.3.- Horizontes de ocupación epipaleolíticos. Dataciones.

3.3.4.3.1.- El horizonte geométrico.

Las dataciones obtenidas para los niveles de ocupación geométricos nos sitúan en una fase antigua del dicho complejo epipaleolítico (Fullola et al, 1998).

Referencia	Datación	Características
AA -13410	10.190 ± 290 BP [cal BC 10730-8950]	Sobre carbón correspondiente al inicio del nivel Ia2 (G ^a -Argüelles, Nadal y Fullola, 1999).
GifA 95562	10.930±100 BP	Sobre carbón correspondiente a la estructura de combustión EC11.
GifA 95563	10.770±110 BP	Sobre carbón correspondiente a la estructura de combustión EC12.
GifA 95543	10.420± 110 BP	Sobre carbón correspondiente al nivel Ia2.

3.3.4.3.2.- El horizonte microlaminar.

Para este horizonte contamos con tres dataciones radiométricas. Las dos primeras, pertenecientes respectivamente a los niveles sedimentarios Ib y Ic, no muestran apenas ninguna diferencia cronológica, hecho que nos demuestra su contemporaneidad (Fullola et al., e.p). La tercera datación, aún inédita, nos sitúa el mencionado anteriormente como magdaleniense epigonal.

Referencia	Nivel	Datación	Características
OxA-8656	Ib	11.430±60 BP	Carbón EC15a
OxA-8657	Ic	11.270±90 BP	Carbón
OxA-10796	Epigonal	12.605±60 BP	Carbón

3.3.4.3.4.- Consideraciones sobre las dataciones.

Estas dataciones radiométricas obtenidas de carbones recuperados durante la excavación de los niveles Ia2, Ib y Ic sitúan este epipaleolítico en una cronología muy antigua. En el duodécimo milenio BP. Del mismo modo, su antigüedad puso en tela de juicio la validez de la única datación que teníamos perteneciente al nivel del Magdaleniense final (nivel II) de 10.390±300 BP. Actualmente descartamos dicha datación como válida para el magdaleniense del nivel II. Algunos de los carbones obtenidos de la excavación de tres hogares de la campaña del 2000 de dicho nivel han sido remitidos al laboratorio para su datación, he aquí las fechas obtenidas que lo sitúan en el decimotercero milenio BP.

Referencia	Nivel	Datación	Z	Estructura
OxA- 10797	II	12.460±60 BP	271 cm.	EC17
OxA-10798	II	13.175±60 BP	269 cm.	EC18

OxA-10835	II	12.560±60 BP	273 cm.	EC 19
-----------	----	--------------	---------	-------

3.3.5.-Características generales de la industria lítica del horizonte cultural geométrico.

3.3.5.1.- Introducción.

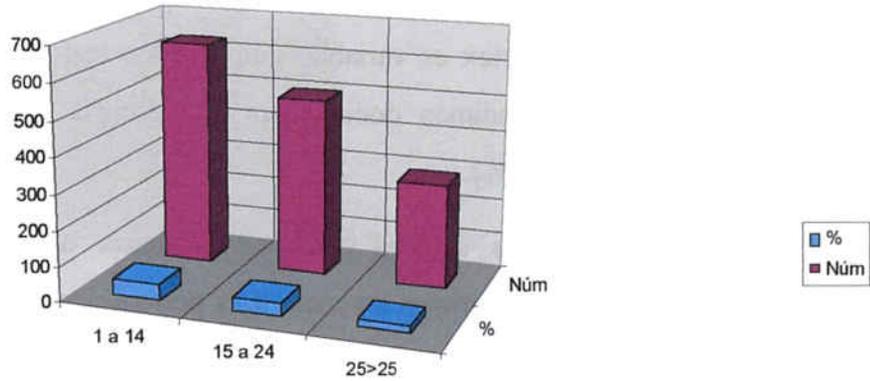
En este apartado haremos una primera aproximación a la industria lítica recuperada en el horizonte cultural geométrico, detectado en 1993 y excavado hasta 1997. Este nivel presentó una potencia sedimentaria media de unos 40 cms.

Antes de centrar nuestra atención en los parámetros de descripción macroscópicos y microscópicos de los materiales silíceos recuperados, creemos necesario hacer una presentación global del conjunto de restos líticos.

El total de materiales líticos recuperados durante la excavación supera las 1500 evidencias. Nosotros hemos analizado para este trabajo 1427, entre ellas el conjunto total de piezas retocadas que asciende a 136 (9.53% del total de la industria lítica).

En líneas generales podemos definir la industria lítica geométrica como un conjunto industrial marcadamente microlítico, ya que los restos líticos predominantes se sitúan en las categorías entre 1 y 14 mm de longitud (634 restos que suponen un 44,42 %) y la categoría entre 15 y 24 mm de longitud (501 restos que representan un 35,10% del total de restos). Finalmente, a una cierta distancia, se sitúa el grupo de materiales comprendidos por encima de los 25 mm (20'46%).

Índice de longitud. Horizonte geométrico



	1 a 14	15 a 24	25 > 25
%	44,42	35,1	20,46
Núm	634	501	292

Fig. 90. Índice de longitud de la industria lítica epipaleolítica geométrica de Cova del Parco.

Otro parámetro a destacar es la corticalidad de la industria. A nivel general el 61,94% de los restos no presentan córtex. Esto significa que el 38,06% de la industria lítica muestra alguna evidencia cortical.

Índice de corticalidad del conjunto industrial geométrico

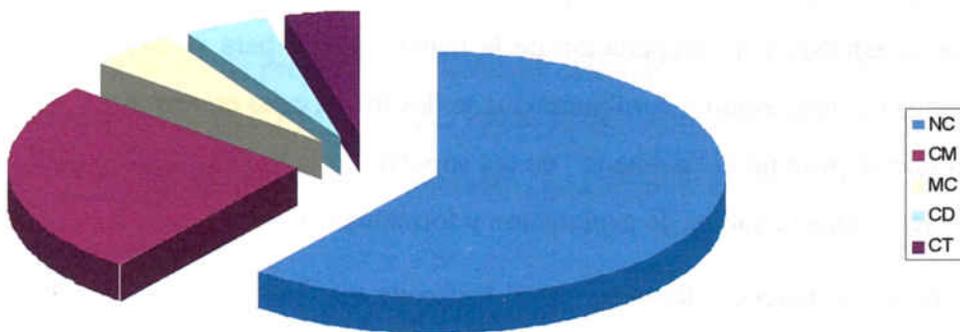


Fig. 91. Índice de corticalidad del conjunto de la industria lítica epipaleolítica geométrica de la Cova del Parco.

Este porcentaje de corticalidad nos permite inferir que parte de los materiales recuperados en este nivel resultan del proceso de talla “in situ” de los mismos. En cuanto

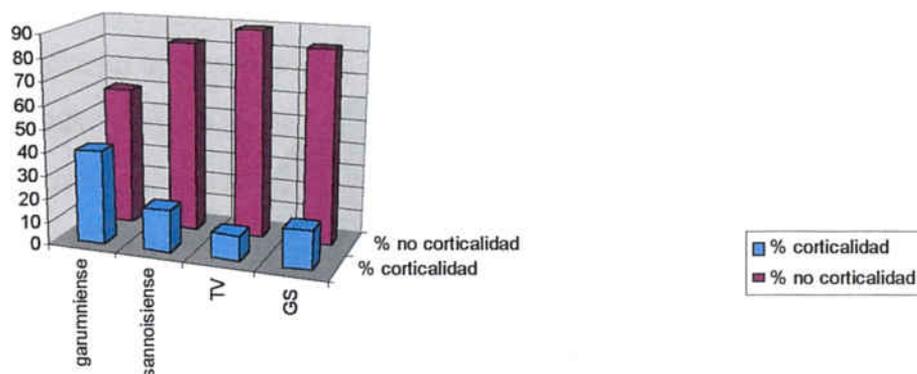
a su distribución por tipo de sílex, y características de la corticalidad, podemos observar como los sílex de adscripción garumniense local presentan evidencias corticales en un 41,2%. Esta presencia de córtex es variable, dominan los restos con córtex marginal (24,7%), si bien también pudimos documentar la presencia de córtex dominantes (5,45%) y córtex totales (4,21%).

El otro grupo de materiales silíceos con una presencia de elementos corticales relativamente destacada lo constituyen los materiales pertenecientes al sannoisiense de la “Serra Llarga”. Del total de 90 restos identificados como pertenecientes a este origen el 18,88% presentaban evidencias de corticalidad. En este caso el porcentaje de corticalidad, por si mismo, ya no es suficiente para poder asegurar la talla en el propio yacimiento de estos materiales. Si bien predominan los córtex de tipo marginal (12,22%) también se puso de manifiesto la presencia de córtex totales (3,33%), aunque éstos son puramente anecdóticos teniendo en cuenta el número de restos (3).

Para el resto de variedades de materiales silíceos documentados (TV y GS), variedades sobre las que presentaremos en páginas posteriores sus características, digamos sólo que tanto la cantidad de restos recuperados (47 y 18 respectivamente), así como el escaso índice de corticalidad de los mismos (10,64% y 16,67% respectivamente), nos inclina a pensar que nos encontramos ante materiales cuya cadena lítica de explotación no se llevó a cabo de manera íntegra en el yacimiento. Es decir, son materiales con una cadena de explotación fragmentada en el espacio y/o en el tiempo, hecho que implicaría que los primeros episodios de preparación de la materia prima para su explotación sistemática (estadios de desbastado y configuración) se llevaron a cabo en otro lugar distinto al lugar en el que se produjo el “debitado” de los soportes, o la transformación de los mismos en útiles retocados (estadios de explotación y formateado).

Esta hipótesis parece reforzarse por el hecho de que en ninguna de estas variedades de materiales silíceos nos ha sido posible identificar la presencia de restos con córtex total, mientras que aparece el córtex dominante sólo en un par de ocasiones. En el caso del material denominado GS (una calciarenita silicificada) esta evidencia es aún mayor si cabe, al constatarse que del total de restos pertenecientes a esta variedad, la mayoría corresponde a útiles retocados (7 restos de 18).

Porcentajes de corticalidad según tipo de sílex del horizonte geométrico



	garumniense	sannoisiense	TV	GS
% corticalidad	40,2	17,78	10,64	16,67
% no corticalidad	59,8	82,22	89,36	83,33

Fig. 92. Porcentajes de corticalidad total por tipo de sílex del horizonte geométrico.

El tercer parámetro que queremos destacar está relacionado con la distribución de los materiales retocados por tipo de material silíceo. Podemos observar como el sílex garumniense de origen local presenta 89 tipos primarios lo que supone el 65,44% del total de retocados. El sílex sannoisiense presenta 15 tipos primarios confeccionados sobre esta variedad de material, lo que representa sólo un 11,02% del total. Se observa una amplia variedad tipológica y una escasa representatividad de efectivos de cada variedad.

Los tipos TV y GS presentan 7 retocados cada uno (5,14% del total de retocados). En ambos casos se documenta una tendencia a la especificidad tipológica. Así, mientras el sílex TV se caracteriza por la presencia exclusiva de elementos desechados de la técnica de microburil (PDx21, Tx22 y Px22), el tipo GS presenta exclusivamente elementos de dorso rebajado (LD) y fundamentalmente microlitos geométricos (BPD12).

Porcentaje de TP según tipos de materia prima del horizonte geométrico

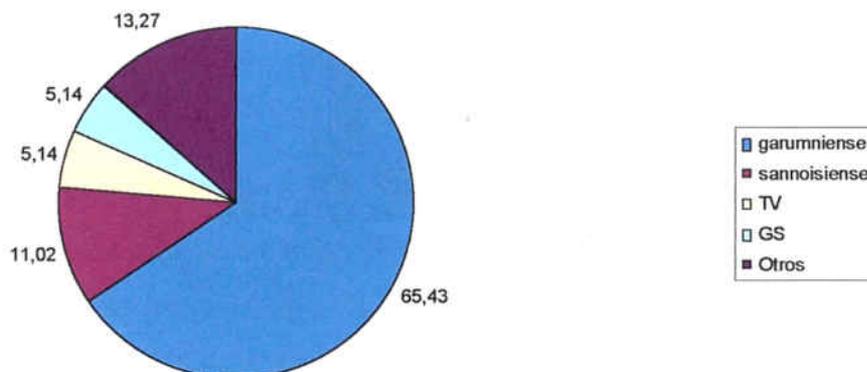


Fig. 93 .Porcentaje de tipos primarios en función de los tipos de materia prima del horizonte geométrico de Cova del Parco.

Si observamos la distribución por modo de retoque del conjunto de tipos primarios obtenemos la siguiente clasificación:

S	A	B	N
R- 11.	A- 1.	B- 9.	N- 15.
G- 11.	LD- 23.		
D- 2.	PD- 13.		
	BPD-16.		
	PDx- 14.		
	Tx- 3.		
	T- 8.		
24	78	9	15
.191	.619	.071	.119

En la distribución del material retocado destaca claramente el predominio del retoque abrupto, con más de la mitad de tipos primarios documentados.

El grupo de los abruptos se encuentra dominado por las láminas de dorso rebajado de retoque profundo unilateral (LD21) con un total de 16 efectivos, seguidas por las puntas de dorso unilaterales (PD23).

En la categoría de las PD cabe destacarse el hallazgo en 1996 de dos puntas de dorso que en la tipología tradicional francesa deberían atribuirse a la categoría de “puntas azilienses”. Este hallazgo nos corroboraba que el nivel Ia2 no sólo presentaba episodios de ocupación geométrica en la parte superior, sino ocupaciones microlaminares en su tramo inferior. Queremos aprovechar este hecho para hacer un inciso sobre la necesidad de establecer una dicotomía clara entre estratigrafía sedimentaria y estratigrafía arqueológica (Fullola et al, e.p).

La alta presencia de elementos de proyectil (LD, PD...) no es de extrañar, ya que nos hallamos ante útiles compuestos. Del mismo modo cabe mencionarse la recuperación en la parte superior del nivel Ia2 de elementos geométricos (triángulos y segmentos de círculo, así como de microburiles). El resto de tipos primarios de retoque abrupto están representados por las truncaduras (8) y un abrupto indiferenciado.

El segundo grupo en importancia numérica lo constituyen los tipos primarios de retoque simple. En este caso documentamos una proporción idéntica entre raederas (11) fundamentalmente de retoque marginal lateral (R11) y los raspadores principalmente frontales con retoque lateral (G12).

Los núcleos aparecen como el tercer conjunto de tipos primarios en importancia numérica. Fundamentalmente se trata de núcleos poligonales (7), seguidos por los piramidales (4), los prismáticos (3) y un núcleo de talla centrípeta (¿producción de lascas?).

Finalmente, el grupo de los buriles se sitúa en última posición con nueve efectivos; básicamente se trata de buriles sobre retoque B2.

3.3.5.2.-Caracterización macroscópica de la industria lítica del horizonte geométrico de Cova del Parco.

3.3.5.2.1.- El conjunto estudiado macroscópicamente.

El total de restos analizados y descritos no contempla la totalidad de restos líticos recuperados. Por lo que respecta a la ocupación geométrica, el total de restos analizados

macroscópicamente ha sido de 1427. Esta cantidad de restos es el resultado de una revisión del material, mediante la cual, se eliminaron la mayor parte de restos que nos parecieron demasiado pequeños, o no presentaban una superficie suficiente para poder definir sus principales características. Las litologías documentadas fueron:

LITOLOGÍA	Nº DE RESTOS	PORCENTAJE
Pizarra	1	<1%
Cuarcita	1	<1%
Cuarzo	2	<1%
Caliza	10	<1%
Cornubianita	19	1.32%
Calciarenita silicificada (GS)	18	1.25%
Sílex indeterminado	30	2.09%
Sílex de microfósiles (TV)	47	3.29%
Sílex Sannoisiense	90	6.33%
Sílex Garumniense	1209	85.01%

De la tabla confeccionada a partir de la mera clasificación macroscópica podemos extraer ya un conjunto de datos ciertamente interesantes respecto a la caracterización del sistema de explotación de las materias primas de este nivel geométrico.

En primer lugar, cabe señalarse la documentación, por primera vez en la estratigrafía del yacimiento, de algunas materias primas no representadas anteriormente en el registro litológico del mismo, como sería el caso de un fragmento de pizarra (num. inv. macroscópico 374).

En segundo lugar, debemos también destacar otro elemento novedoso, como sería el cambio en la explotación de determinadas materias primas, que se utilizan de manera diferente, entre el horizonte del magdalenense Superior Final, analizado precedentemente, y el horizonte epipaleolítico geométrico. Este es el caso de la cornubianita, que aparece por primera vez tallada, formando parte del registro de la industria lítica transformada, y no sólo como litología aportada a la ocupación para la delimitación de estructuras de combustión (hogares), como acontecía en el nivel magdalenense.

Estos materiales (pizarra y cornubianita), juntamente con el cuarzo y la cuarcita, a pesar de presentar un origen exógeno a la zona de estudio, ya que no son litologías propias del contexto geológico local, predominantemente calizo, no presentan ningún problema de localización y captación en las inmediaciones del yacimiento. Esto se debe a que fueron aportadas al área de la Cova del Parco como carga de fondo del río Segre, desde su área fuente pirenaica, y quedaron depositadas en las terrazas del mismo. Aún en la actualidad son visibles restos de todas estas litologías en las terrazas antiguas y actuales del río.

A pesar de este aumento en la diversidad litológica documentada, su presencia es puramente anecdótica, sin ningún otro valor extrapolable que nos permita aproximarnos al sistema de aprovechamiento de estos materiales, por parte de los grupos cazadores recolectores del undécimo milenio BP, salvo para la cornubianita; en este caso la aparición de talla sobre este material nos aproxima a un nuevo comportamiento de aprovechamiento de este recurso. La talla de materiales no silíceos ya se había puesto de evidencia en otros yacimientos epipaleolíticos del noreste de la Península Ibérica, en especial en aquellos en los cuales el sílex resulta una litología escasa (cuenca del río Ter), tal es el caso de las cuarcitas en el yacimiento de la Font del Ros (Terradas, 1995). Sin embargo, la riqueza en sílex del entorno del yacimiento de Cova del Parco nos obliga a elaborar otras hipótesis interpretativas para la explicación de este fenómeno, que deberíamos tal vez vincular más a condicionantes culturales y no medioambientales.

En segundo lugar, es menester señalar también la documentación, por primera vez en la estratigrafía cultural del yacimiento, de materiales silíceos tallados, anteriormente no explotados. En este caso nos referimos a dos materiales que posteriormente caracterizaremos petrográficamente:

.- la calciarenita silicificada (tipo GS).

.- el sílex de fósiles (tipo TV).

Los trabajos de campo llevados a cabo hasta la fecha para localizar los afloramientos originales de estas litologías han resultado infructuosos. Este hecho nos imposibilita, por el momento, para explicar el modo de captación, es decir la relación entre fuente de origen y área de aprovisionamiento, dado que no hemos podido establecer ni un origen local ni un origen exógeno para estos materiales. Por tanto, hemos pensado que el recurso a la descripción petrográfica podría convertirse en un factor de primer orden

para poder vincular la génesis de estos materiales con unos estadios geológicos concretos, y por tanto, entre un punto de origen, su área de captación y su introducción en el registro lítico del yacimiento. Sin embargo, otro elemento importante, a nuestro entender, para explicar la presencia de ambos materiales en el yacimiento radica en las características tecno-tipológicas del mismo. Como hemos observado en las páginas precedentes, nos encontramos ante un número de restos muy reducido, sin apenas evidencias de corticalidad, y además con un alto grado de formateado. Este hecho nos inclina a pensar que dichos materiales fueron introducidos bajo dos posibles formas. Por un lado, como soportes listos para la formalización de microlitos (esto explicaría el conjunto de microburiles sobre el tipo TV y la ausencia de los propios geométricos). Por otro lado, su introducción como útiles ya formateados (esto explicaría el conjunto de BPD en calciarenita silicificada -GS-, sin documentarse ningún microburil).

Finalmente, el último elemento que se desprende de la tabla de las litologías documentadas es el espectacular incremento en el aprovechamiento de las materias primas silíceas de origen local y captación inmediata (sílex garumniense), respecto a las variedades de sílex de origen más alejado (sílex sannoisiense de la cuenca sedimentaria del Ebro). En este caso, sí que podremos aproximarnos a los sistemas de explotación de ambos materiales, como veremos posteriormente, dado que conocemos los afloramientos y las modalidades de explotación.

3.3.5.2.2.- Los nuevos materiales silíceos documentados en el horizonte cultural geométrico de Cova del Parco.

Como hemos indicado anteriormente, la descripción macroscópica de este nivel nos fue facilitada por el conocimiento que ya poseíamos sobre las variedades de sílex garumniense y sílex sannoisiense documentadas en el nivel magdalenense. Por este motivo, en este apartado centraremos nuestra atención en las descripciones macro y microscópicas de los nuevos materiales documentados en el horizonte cultural epipaleolítico geométrico.

A.- Características macroscópicas de la calciarenita silicificada.

Esta materia prima se documentó sobre un total de 18 restos. En la figura adjunta mostramos las principales características de definición de este material.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
GS	Rojizo	Moteada	Opaco	No	17%	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Rugosa	Grueso	Media	OFe y cuarzo	No	Probable calciarenita silicificada	

Fig. 94. Principales características macroscópicas de definición del tipo GS.

Se trata de una materia prima opaca, de grano grueso, aunque los restos retocados formateados sobre este material presenten un tamaño de grano más fino. El córtex no aparece apenas representado (3 restos de 18), de hecho este parámetro no sería propio de esta litología. Nosotros lo hemos utilizado en el sentido de córtex secundario, es decir, fruto de la alteración de la superficie del material por exposición a la intemperie, o al sedimento, que le confiere a la misma un aspecto mate.

La distribución del color es moteada, fruto de la naturaleza de la propia litología, y de la presencia como principales inclusiones observables a la lupa binocular de óxidos de hierro.

B.- Características macroscópicas del sílex con fósiles.

Esta materia prima se documentó sobre un total de 47 restos. En la figura adjunta mostramos las principales características de definición de este material.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
TV	Verdoso	Moteada	Opaco	No	10,64%	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Lisa/rugosa	Medio	Media	Bioclastos	Sí	Foraminíferos	

Fig. 95. Principales características macroscópicas de definición del tipo TV.

Se trata de una materia prima opaca, de grano medio (69% de los casos), y unas superficies lisas/rugosas que le confieren un aspecto cualitativo medio. Este material se caracteriza por una textura bioclástica, en la que se observan restos silicificados de elementos esqueléticos. En algún caso el tamaño de los elementos es suficientemente grande como para poder observarlos con la ayuda de la lupa binocular; sin embargo, su mal estado de conservación de no nos ha permitido profundizar más en su caracterización macroscópica (foraminíferos?).

El córtex no aparece casi representado, 10.64%, del total de restos. El número de restos retocados confeccionados sobre este material es de 7, todos ellos de un marcado carácter microlítico (PDx, Px y Tx).

En el momento de su individualización no nos fue posible adscribir este tipo de silicificación a ningún estadio geológico concreto; por este motivo pensamos que una caracterización microscópica más detallada, de los elementos bioclásticos documentados, nos podría facilitar el establecimiento de determinados ambientes de formación sedimentarios para estos materiales silíceos.

3.3.5.2.3.- Caracterización microscópica de la industria lítica del horizonte cultural epipaleolítico geométrico de Cova del Parco.

A.- Introducción.

Dadas las características que hemos mencionado en el apartado anterior, sobre el desconocimiento de los posibles afloramientos geológicos relacionables con estos

materiales explotados en el horizonte geométrico de la Cova del Parco, y por las características que pudimos observar en el análisis de caracterización macroscópica, que señalaban hacia una riqueza de elementos descriptivos importante de las muestras a analizar, tomamos la decisión de llevar a cabo un análisis petrográfico de caracterización de ambos tipos de materias primas.

B.- El conjunto estudiado.

El conjunto de láminas delgadas estudiado fue de 4. Éste se elaboró en el *Servei de Làmina Prima* de la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona. Las láminas se confeccionaron a partir de los dos tipos de materiales nuevos identificados en este nivel geométrico, es decir, la calciarenita silicificada y el sílex de fósiles. Dada la poca entidad de los restos tallados adscritos a ambos tipos, número escaso de restos, de tamaño generalmente microlítico, seguimos unos criterios de selección de las muestras precisos. El primer parámetro que guió nuestra selección fue la exclusión de todos los tipos primarios, se trababa fundamentalmente de microburiles y elementos de proyectil geométricos. Recordemos una vez más, que la petrografía es una técnica de análisis destructiva de la muestra a analizar.

Por otro lado, también tuvimos en cuenta otras limitaciones de tipo técnico, ya que la realización de una lámina delgada requiere de una superficie de análisis horizontal, y la curvatura de la mayoría de restos líticos tallados, no favorece la consecución de una superficie de análisis de estas características. Esta premisa fue fundamental, ya que limitaba fuertemente la posible selección, pues nos encontrábamos ante conjuntos microlíticos, en los cuales no resultaba fácil obtener una superficie de análisis suficiente. El problema se resolvió, parcialmente, mediante la inclusión de los soportes a analizar en resinas sintéticas.

Así pues, el escaso número de láminas realizadas es consecuencia de la conjunción de estos tres factores limitadores: número de restos, eliminación de los útiles retocados, y marcado microlitismo de los materiales.

IDENTIFICACIÓN DE LA LÁMINA	TIPO DE MATERIA PRIMA
MALP 34 A	CALCIARENITA SILICIFICADA

MALP 34 B	CALCIARENITA SILICIFICADA
MALP 1381	SÍLEX DE FÓSILES
MALP 1400	SÍLEX DE FÓSILES

C.- Caracteres microscópicos de la calciarenita silicificada.

Mq	mq	mq	l. fs	l. sl	Op	fss	C an	C ps	OFe	Evp	Trr	Idn	T.Si
2%	-	75%	2%	-	-	-	10%	-	5%	-	5%	34A	C.S
2%	-	75%	2%	-	-	-	10%	-	5%	-	5%	34B	C.S

Fig. 96. Principales caracteres microscópicos de la calciarenita silicificada del horizonte geométrico de Cova del Parco³¹.

De la observación de la figura podemos extraer algunos elementos que nos pueden ser útiles para caracterizar este material.

Los componentes silíceos representan alrededor del 80% de la muestra. Observamos la presencia testimonial de mosaicos de megacuarzo isométrico de hábito *blocky* con cristales de extinción ondulante. La textura silícea principal la constituye el mosaico de criptocuarzo (75%), mientras que el cuarzo fibroso de tipo *length-fast* aparece esporádicamente, como cemento de tipo *rim* en el relleno de porosidad de caparazones de elementos bioclásticos muy alterados (envoltorios micríticos fuertemente destruidos).

Por otro lado, por lo que respecta a los componentes no silíceos, éstos son abundantes (20%), y constituyen el principal elemento definidor de este material a nivel microscópico. Se trata de componentes claramente terrígenos/detríticos como hornblenda, y sobre todo moscovita, relativamente importante ($\pm 2\%$).

³¹ La leyenda de las abreviaturas utilizadas es la misma que en el caso anterior del nivel magdaleniense (n.II)



Fig. 97. Cristal detrítico de hornblenda. MALP 34B. NC. 20x. (foto del autor).

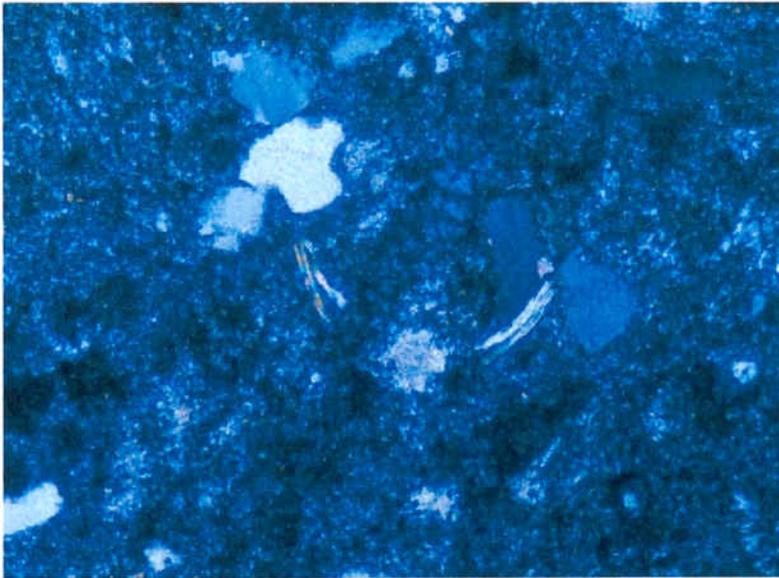


Fig. 98. Pajuelas de moscovita y cuarzo detrítico. MALP 34B. NC. 10x. (foto del autor).

El carbonato cálcico anterior a la silicificación está representado fundamentalmente por micrita (10%), aunque también se observaron cristales romboédricos de dolomía (2%) y restos de bioclastos (foraminíferos).

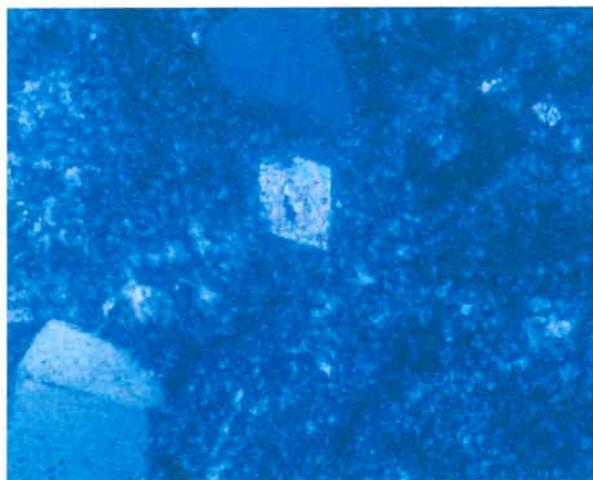


Fig. 99. Cristal romboédrico alterado por contacto cóncavo-convexo. MALP 34B. NC. 20x.

(foto del autor).

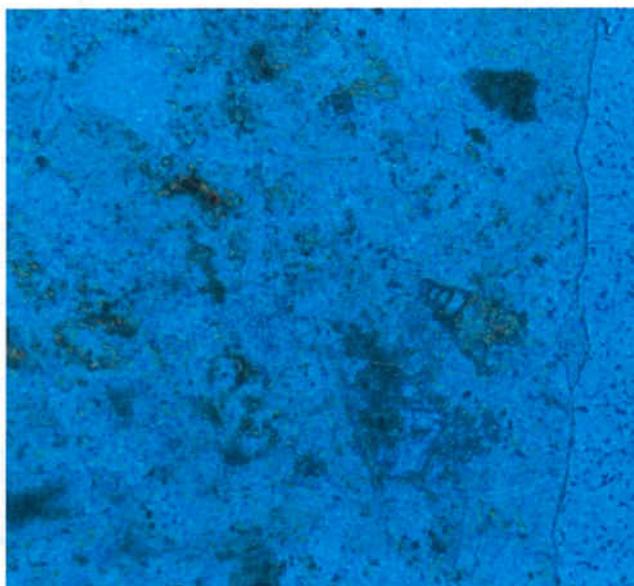


Fig. 100. Vista general de la textura no silícea dominante. En el centro, a la derecha, se observa un foraminífero. MALP 34B. LP. 10X. (foto del autor).

Finalmente hemos de destacar los granos de cuarzo detrítico de morfología subredondeada ($120\ \mu\text{m}$), repartidos aleatoriamente por toda la superficie de la preparación (Fig. 98), y los óxidos de hierro (hematites) ($\pm 5\%$) que se presentan bajo morfología de gránulos de tamaño criptocristalino aislados, y de “playas” de agregados de criptogránulos que confieren a las muestras una coloración rojiza.

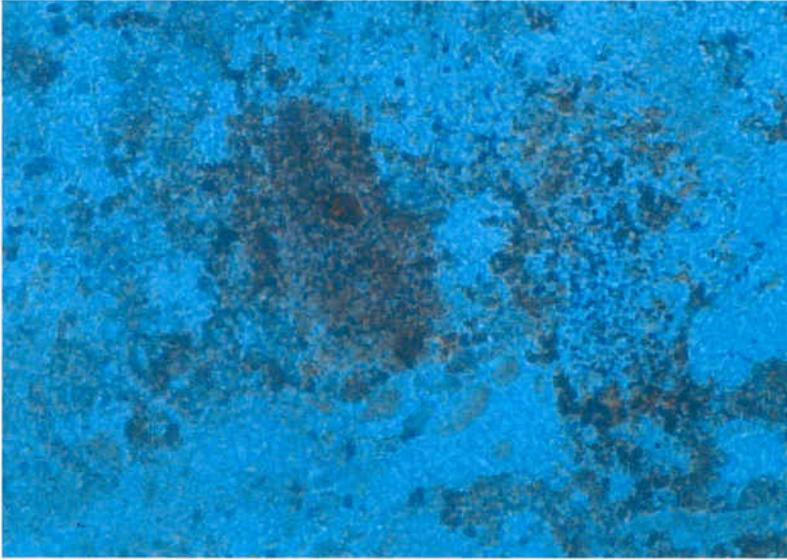


Fig. 101. Gránulos criptocristalinos de óxidos de hierro. MALP 34B. LP.20x. (foto del autor).

Pensamos que la roca original posiblemente sería una calciarenita. En el estado actual de nuestras prospecciones, encaminadas a un mejor conocimiento de la geología del área, no nos es posible ubicar el punto de afloramiento concreto de dicho material, ya que si bien por un lado la facies lacustre garumniense está constituida en parte por calciarenitas, y por tanto, litológicamente nos encontraríamos un mismo material pétreo, por otro lado, la presencia en la textura de microfósiles de origen marino (foraminíferos), es incompatible con una facies lacustre. Por este motivo, pensamos que es más probable que nos hallemos ante una facies de tipo *flysch*, es decir, materiales de un depósito marino, relacionado con los conos submarinos profundos.

Las facies *flysch* las encontramos documentadas, entre otros lugares, en el Pirineo. El estudio de las silicificaciones de las facies *flysch* está fuertemente desarrollado en la vertiente norte de los Pirineos, especialmente en la cuenca del río Adour (*Hautes Pyrénées*). El *flysch* subpirenaico está representado por una secuencia “margoarenítica” que comprende desde el Cenomaniense hasta el Maestrichtiense (Azambre et al., 1989). Las silicificaciones sólo se han documentado en la serie media del Turoniense/Santoniense. Se trata fundamentalmente de estratos de *chert* oscuros que han sido originados por la silicificación parcial de los estratos de areniscas (en realidad se trata de calciarenitas) en el interior de las cuales están contenidos (A.A.V.V., 1996).

Dada la distancia, y teniendo en cuenta el comportamiento general observado, no pensamos que fuera factible una captación directa, desde la cueva, de este material.

Según nuestro entender, el intercambio no parece tampoco justificado. La escasa entidad de los restos de esta litología recuperados en la ocupación del yacimiento, apenas algunas lascas, fragmentos de talla y un conjunto de piezas retocadas (BPD y LD), nos hace pensar que se trata probablemente de una aportación esporádica. Ésta sería fruto, probablemente, o bien de una captación realmente única y ocasional en depósitos de tipo secundario (¿terrazza fluvial?); o bien, y esta segunda hipótesis nos parece más factible, como evidencia del conjunto lítico que transportarían consigo los ocupantes del horizonte geométrico.

D.- Caracteres microscópicos del sílex de fósiles.

Mq	mq	mq	L. fs	L. sl	Op	fss	C an	C ps	OFe	Evp	Trr	Idn	T.Si
-		80%	5%	-	-	-	8%	-	1%	-	5%	1381	T.V
<1%		75%	5%	-	-	-	15%	-	<1%	-	5%	1400	T.V

Fig. 102. Principales caracteres microscópicos del sílex de fósiles del horizonte geométrico de Cova del Parco

De la observación de la figura podemos extraer algunos elementos que nos pueden servir para caracterizar estos sílex.

La designación como "sílex de fósiles" se debe a que en algunos casos éstos eran observables con la simple ayuda de la lupa binocular (Fig. 12). En la actualidad no nos es posible adscribir este tipo de silicificación a ningún estadio geológico concreto, únicamente lo podemos relacionar con calizas marinas silicificadas, dada la presencia en la textura de microfósiles (restos de equinodermos, briozoos y foraminíferos) asociados a cristales de dolomita y a cuarzo posiblemente detrítico.

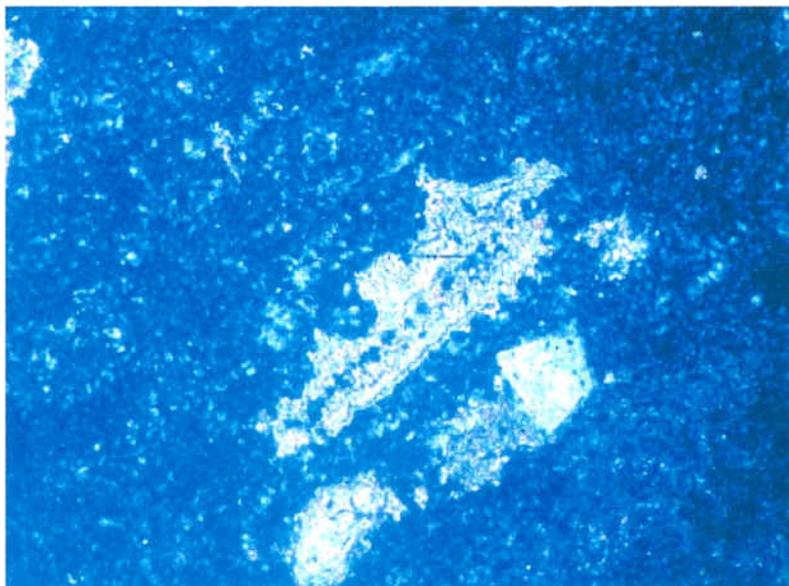


Fig. 103. Fragmento de equinodermo. MALP 1381. (TV). NC. 20x. (foto del autor).

Por lo que se refiere a los componentes silíceos hemos de señalar que la textura principal es el mosaico de microcuarzo/criptocuarzo. Es prácticamente imposible distinguirlos en el microscopio petrográfico. La presencia de mosaicos de megacuarzo anédricos de hábito *blocky* es meramente testimonial.

Por lo que respecta al cuarzo fibroso ($\pm 5\%$), sólo se ha documentado la presencia de calcedonia de elongación negativa (*length-fast*), tanto bajo morfología de abanicos de fibras (morfologías botroidales) como de pequeños esferulitos (50 a 100 μm).



Fig. 104. Esferulito de calcedonia length-fast. MALP 1381 (TV). NC y comp. 20x. (foto del autor).

Los componentes no silíceos corresponden fundamentalmente a carbonato cálcico anterior a la silicificación, bajo morfologías diversas:

- .- romboedros de calcita /dolomita (25-50 μm). Su estado de conservación es variable, oscila entre los plenamente identificables y aquellos fuertemente alterados por la sílice con contactos claros de tipo cóncavo-convexo.
- .- fango micrítico. Es el tipo de carbonato principal, que en algunos casos, constituye envoltorios micríticos de esqueletos bioclásticos silicificados.
- .- elementos esqueléticos (restos de equinodermos y foraminíferos).

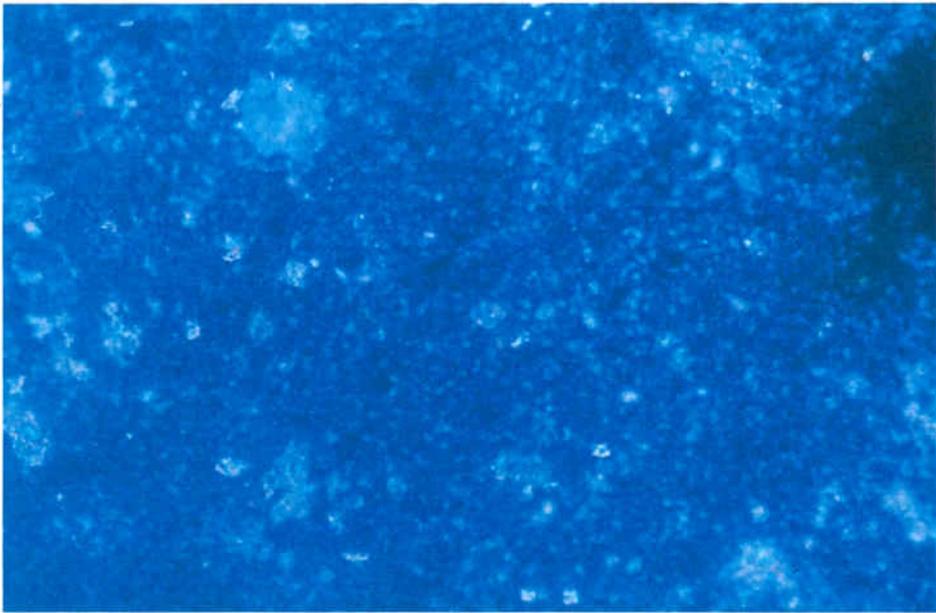


Fig. 105. Romboedro de carbonato, micrita y cuarzo detrítico. MALP 1400 (TV). 20x. (foto del autor).

Asociados a estos componentes no silíceos documentamos la presencia de terrígenos, se trata de granos de cuarzo detrítico, de extinción ondulante y de morfología subredondeada (70-170 μm) que se distribuyen aleatoriamente por toda la superficie de la preparación.

Finalmente, ambas muestras analizadas presentaron, de forma testimonial, la presencia de óxidos de hierro de tamaño microcristalino, probablemente hematites.

3.3.6.-Características generales de la industria lítica del horizonte cultural microlaminar.

3.3.6.1.- Introducción.

La excavación del horizonte cultural microlaminar se inició en 1998 y finalizó en 1999. Su potencia sedimentaria era de unos 20 cm.

Como hemos mencionado, con anterioridad, creemos que la diferencia arqueológica entre Ib y Ic es inexistente, se trata meramente de diferencias sedimentarias; por este motivo, en este apartado, trataremos la industria lítica de una manera conjunta. Si bien una aproximación por separado a los elementos líticos recuperados en el interior de las estructuras y los procedentes del exterior de las mismas, ha mostrado su interés para interpretar funcionalmente la organización del espacio (Fullola et al., e.p). En la excavación de las estructuras de combustión se recuperaron fundamentalmente elementos de retoque abrupto (proyectiles). Su presencia podría explicarse por los trabajos de sustitución de los mismos tras su fractura. Por el contrario, en los sedimentos exteriores a los hogares predominan los tipos primarios de retoque simple. Consideramos que las actividades antrópicas desarrolladas en este nivel de ocupación microlaminar se articulan alrededor de esta estructura de combustión, que ha manifestado una utilización prolongada en el tiempo con vaciados y reutilizaciones continuas.

El total de industria lítica recuperada ascendía a 328 evidencias. De éstas, 177 procedían de las estructuras de combustión y 151 del nivel de ocupación contemporáneo.

El nivel Ib no era un nivel extenso, se trataba de una mancha cenicienta que se subdividió rápidamente en dos estructuras de combustión (EC15) diferenciadas (a y b); en consecuencia el nivel Ib se consideró desde el punto de vista arqueológico como una gran estructura de combustión (EC15a y b). El material asociado a ambas partes de la estructura resultó escaso.

Por lo que respecta al nivel Ic su principal característica fue la ausencia de estructuras antrópicas (hogares), en parte explicable por la contemporaneidad con las estructuras de combustión EC15 a y b.

La escasa entidad del conjunto de elementos de industria lítica que se han recuperado en este horizonte de ocupación microlaminar, no permite profundizar demasiado sobre el diagnóstico de las actividades desarrolladas. Esperamos que los resultados de los análisis traceológicos, en curso, puedan aclararnos tal situación.

3.3.6.2.- Caracterización macroscópica del horizonte cultural microlaminar de Cova del Parco.

La cantidad de industria lítica recuperada globalmente en el horizonte microlaminar fue escasa (328 restos). Por este motivo, decidimos unificar el conjunto industrial microlaminar con el procedente del denominado por nosotros horizonte magdalenense epigonal (Fullola et al., e.p). Para ello hemos tenido en cuenta la contemporaneidad cronológica de las dataciones respectivas de estos horizontes culturales.

De este modo, el total del conjunto exhumado alcanzó la cifra de 564 evidencias líticas. El total analizado ascendió a 499, de las cuales 49 retocadas (8,68%).

Las características principales de este conjunto industrial nos vienen definidas por los siguientes parámetros:

1.- Microlitismo.

Siguiendo la misma distribución de índice de longitud que habíamos aplicado a los materiales de los niveles magdalenense superior final y epipaleolítico geométrico, encontramos la siguiente distribución.

Índice de longitud de la industria lítica del horizonte microlaminar

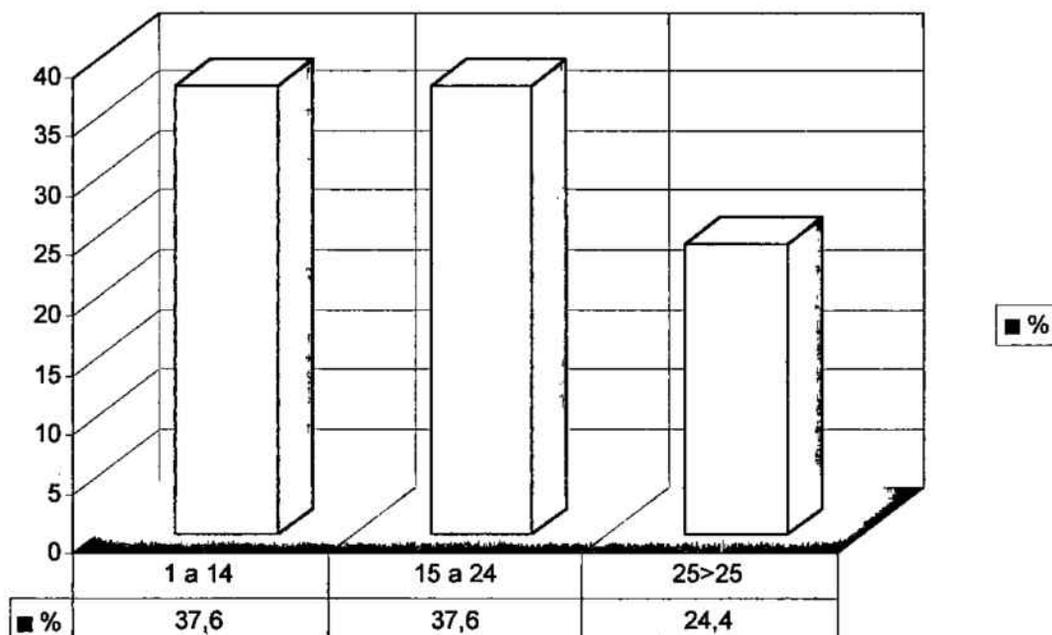


Fig. 106. Índice de longitud, expresado en porcentaje, de la industria lítica del horizonte microlaminar de la Cova del Parco.

A partir de la observación de la figura se desprende que si bien nos encontramos ante un conjunto industrial microlítico -predominio de las categorías 1 y 2- de 1 a 14 mm (37,6%) y de 15 a 25 mm (37,8%), podemos observar como la categoría de soportes superiores a los 25 mm ha aumentado considerablemente respecto al nivel geométrico expuesto precedentemente, ya que representa el 24,4%. Podemos considerar pues un cierto aumento en las dimensiones de los materiales, sobre este aspecto incidiremos posteriormente en nuestra interpretación de alguna de las posibles fases de ocupación de este horizonte.

2.- Índice de corticalidad.

Este es el segundo parámetro que tomamos en consideración para establecer las características industriales del conjunto lítico. El conjunto de materiales corticales asciende a 184 restos, hecho que representa un 38,01% del total de la industria.

índice de corticalidad. Horizonte microlaminar de Cova del Parco

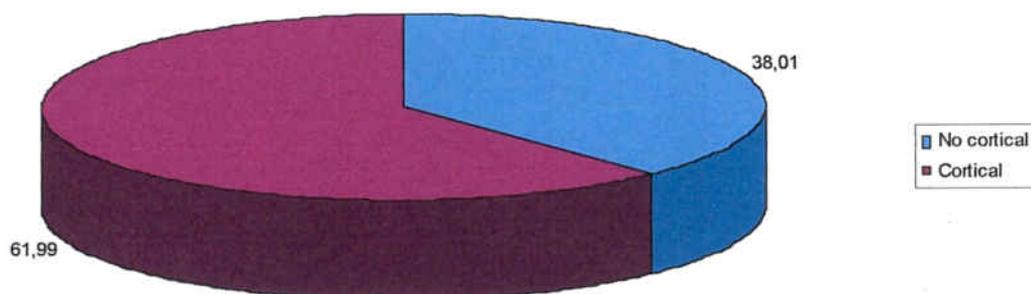
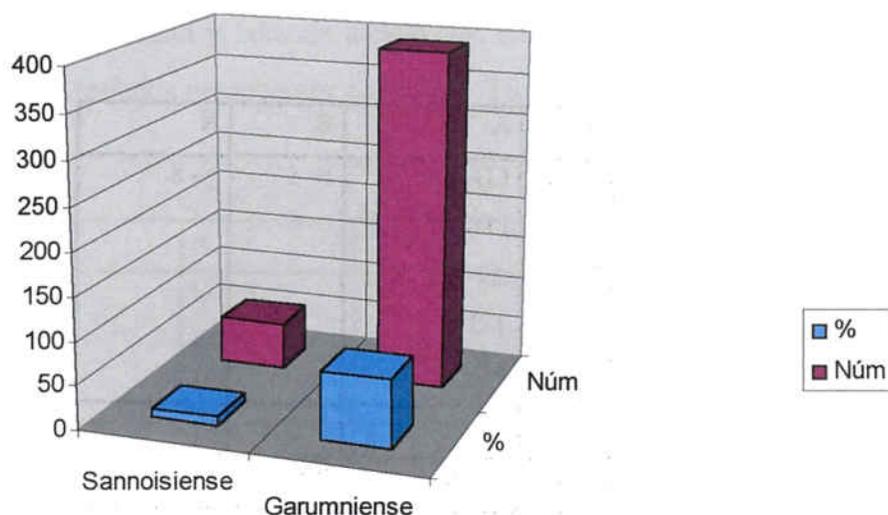


Fig. 107. Índice de corticalidad, expresado en porcentaje del horizonte cultural epipaleolítico microlaminar de Cova del Parco.

Esta corticalidad, sin embargo, sólo se muestra significativa en uno de los tipos de sílex del yacimiento, el sílex garumniense de origen local, ya que de las 184 evidencias corticales documentadas 147 (79,89%) corresponden a materiales de origen garumniense. Por este motivo, el resto de materiales documentados en este horizonte microlaminar no podemos deducir que presenten una cadena operativa lítica de producción desarrollada en su totalidad en el yacimiento.

Por lo que respecta a las materias primas documentadas, se trata fundamentalmente de sílex. Es absoluto el predominio del sílex garumniense (393 restos, 78'75%), aunque se observa una cierta variabilidad de sus características macroscópicas en distintos subgrupos. En el horizonte microlaminar seguimos documentando sílex sannoisiense, aunque en unos porcentajes ínfimos (55 evidencias, 11'02 % del total de restos).

Tipos de sílex. Horizonte microlaminar de Cova del Parco

	Sannoisiense	Garumniense
%	11,02	78,75
Núm	55	393

Fig. 108. Representación de los distintos tipos de sílex documentados en el horizonte epipaleolítico microlaminar de Cova del Parco.

Cabe destacarse en estos niveles la no aparición de nuevos materiales. No hemos documentado ni la variedad de sílex con fósiles ni la presencia de calciarenita silicificada. Este factor ya nos muestra una ruptura con el horizonte cultural geométrico. Otro elemento a destacar es la presencia de sílex indeterminados (18 restos) que debemos vincular mayoritariamente a la acción de las alteraciones térmicas agresivas sufridas por los materiales líticos, especialmente relacionados con la combustión en EC 15 a y b.

En cuanto a las otras litologías documentadas debemos referenciar la existencia de cuarzo, fundamentalmente gravas, relacionables con la caída de parte de los conglomerados de la pared, un par de calizas relacionables también con esta circunstancia y 7 elementos de cornubianita tallada. Nos encontramos pues ante un conjunto industrial de explotación monolitológica, centrada en el recurso del sílex como materia prima fundamental de la industria lítica.

En cuanto a la caracterización tipológica del conjunto de tipos primarios (en total 49), debemos destacar la siguiente distribución:

S	A	B	N
R- 10	LD- 12	B- 5	N- 8
G- 4	LDT- 2		
D- 1	A1-1		
	T-3		
	PD- 3		
15	21	5	8
0.306	0.428	0.102	0.183

Por modo de retoque predomina, en conjunto, el retoque abrupto, representado especialmente por elementos de proyectil de dorso rebajado, en especial LD 21 (10 elementos de un total de 12). Sin embargo, el conjunto de elementos de proyectil debe siempre relativizarse, dado que nos hallamos ante útiles compuestos. Entre estos útiles debemos mencionar la presencia de un par de puntas espesas de dorso curvo de tipo aziliense. Por lo que respecta a los tipos primarios de retoque simple predominan las raederas, en especial laterales de retoque profundo (R21) sobre los raspadores, en especial carenados, (G3). Estos raspadores carenados deben relacionarse con la utilización de lascas y láminas espesas como núcleos de laminitas.

Si tomamos en consideración el tipo de sílex sobre el que se han realizado dichos tipos primarios podemos observar como el sílex garumniense, de origen local, ha sido la materia prima fundamental para la confección de los útiles, independientemente del tipo de útil que se haya realizado.

S	A	B	N
R- 6	LD- 4	B-2	5
G- 2	LDT- 1		
D- 1	A1-1		
9	6	2	5

A este conjunto de materiales, claramente garumnienses, podemos añadirle el conjunto industrial confeccionado sobre la variedad de sílex garumniense, que por sus características de homogeneidad y falta de inclusiones a nivel macroscópico, habíamos definido ya en nuestros trabajos precedentes como tipo TS (Mangado, 1997, 1998 a y b).

S	A	B	N
G-2	LD-3 LDT-1 T-2	B-3	1
2	6	3	1

Por lo que respecta al otro tipo de sílex documentado en este horizonte, no es otro que el ya conocido sílex sannoisiense (T2 de nuestra clasificación macroscópica), podemos observar que su incidencia en el conjunto industrial es minoritaria, en total 55 restos (11'02%). La incidencia de retocados también es muy baja (13 retocados, 2'6% del total de retocados).

S	A	B	N
R-2	LD-5 PD-3 T-1	B-0	2
2	9	0	2

Entre los materiales retocados en sílex sannoisiense puede llevarse a cabo una matización, a nuestro entender, ciertamente interesante. Si bien el total de efectivos es bajo (13 tipos primarios), la mayoría de los mismos (9 en total) responden a elementos de proyectil. Esta constatación nos debe hacer reflexionar sobre la naturaleza de la utilización de estos materiales sannoisenses a lo largo de toda la secuencia estratigráfica estudiada. Desde el punto de vista de la utilización de las distintas materias primas, podemos considerar la existencia de un *continuum* relativo en el sustrato cultural, entre las fases del magdalenense final y el horizonte cultural microlaminar de la Cova del Parco, en lo referente a la utilización del sílex sannoisiense para la confección de

elementos de proyectil, así como de su configuración a partir de núcleos de tipología fundamentalmente piramidal de pequeñas dimensiones³².

Relación Tipo de sílex-Modo de retoque. Horizonte microlaminar Cova del Parco

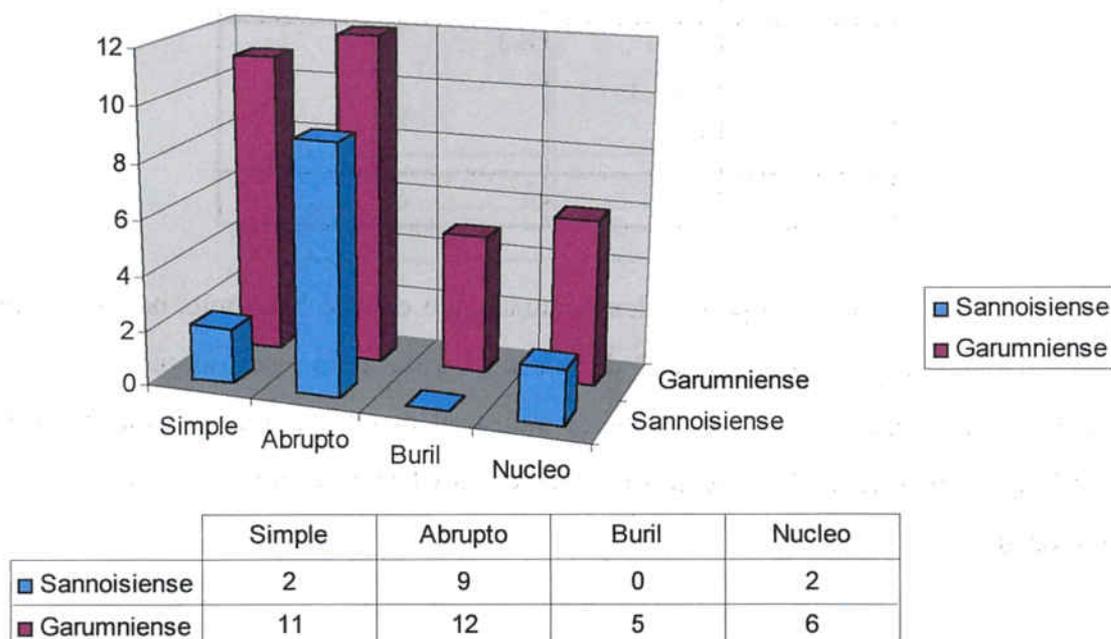


Fig. 109 Relación entre el tipo de sílex y el modo de retoque utilizado en los tipos primarios documentados en el horizonte microlaminar de Cova del Parco.

Esta continuidad debería, sin embargo, matizarse, para ello debemos tener en cuenta la naturaleza misma de las ocupaciones.

Hasta el momento hemos presentado de manera conjunta los datos pertenecientes al horizonte microlaminar; sin embargo, no debemos olvidar que podemos estar ante más de una ocupación (nivel transicional o magdalenense epigonal), que a su vez, puede presentar unas ciertas diferencias en su dinámica de funcionamiento. Así, debemos tener en cuenta que, por un lado, contamos con un horizonte microlaminar bien organizado con una estructura de combustión compleja (EC 15 a y b), en la que los análisis de fitolitos muestran la utilización explícita de troncos, cuya interpretación debemos

³² Esta relación se perderá definitivamente en el horizonte cultural geométrico.

considerar como una ocupación de cierta entidad. En este horizonte, de organización compleja, podemos observar una cierta relación entre el sílex exógeno y los elementos de proyectil.

Por otro lado, es entre la industria lítica del denominado nivel transicional o magdalenense epigonal, donde documentamos tanto un aumento del tamaño de la industria, como un aumento destacado de la presencia de elementos corticales, relacionables con nódulos de materia prima local apenas testados y sin continuidad de explotación posterior en el yacimiento. Este hecho, junto con la ausencia de estructuras de organización del espacio de origen antrópico, y con el escaso número de materiales de origen exógeno, nos lleva a concluir que la naturaleza de la ocupación distaba mucho de la ocupación organizada alrededor de un hogar complejo del horizonte microlaminar propiamente dicho. La presencia de los núcleos de gran tamaño en sílex local apenas testados, así como las grandes lascas recuperadas, sin apenas modificaciones, y los elementos de dorso rebajado, nos inclinan a pensar que nos encontraríamos ante un tipo de ocupación específica y mucho más corta en el tiempo. Podría tratarse, por ejemplo, de un grupo humano (una partida), que hubiese realizado una salida cuya finalidad, tal vez estuviese vinculada con la obtención y manufactura de los materiales silíceos locales. Esta actividad se organizaría mediante la recuperación de materia prima y el testado *in situ* de los nódulos de sílex. O quizás podría tratarse también de un grupo organizado con finalidad cinegética y que llevara a cabo sólo una parada puntual, o *arrête de chasse*, en el yacimiento.

3.3.7.-Conclusiones de los análisis de materias primas de los niveles epipaleolíticos de la Cova del Parco.

El análisis de caracterización de materias primas llevado a cabo sobre los materiales de los niveles epipaleolíticos microlaminares y geométricos de la Cova del Parco nos permitió evidenciar las características de la explotación de los recursos líticos. Estas características difieren en parte de las observadas al respecto para los materiales estudiados del nivel arqueológico, Magdalenense Superior final, precedente.

Por un lado, el análisis macroscópico nos permitió evidenciar, desde un primer momento, la aparición de nuevas litologías (pizarra) en el marco de la ocupación epipaleolítica, y no sólo eso sino, que puso de manifiesto un cambio en la concepción de la explotación de determinados tipos de recursos líticos. En este sentido pensamos que es importante la constatación de la explotación para la talla de materiales no silíceos, anteriormente no tenidos en consideración para tal uso (cornubianita).

A pesar del recurso a este tipo de materiales, la explotación de materias primas continua siendo fundamentalmente de tipo monolitológica sobre los recursos silíceos, ya que estos representan más del 95% del total de la industria lítica recuperada. Así pues, el elevado porcentaje de sílex utilizado en los horizontes culturales epipaleolíticos de la Cova del Parco manifiesta una dinámica continuista, desde el punto de vista litológico, en la explotación de las materias primas respecto a los periodos anteriores.

Por otro lado la visión diacrónica que nos proporciona el análisis de la secuencia estratigráfica de las ocupaciones epipaleolíticas nos muestra una cierta fractura en el comportamiento económico de las distintas ocupaciones. De este modo, podemos establecer que la finalidad de la ocupación del nivel transicional, u magdalenense epigonal, se escapa de la anterior ocupación observada en el nivel del magdalenense final. Pensamos que esta transición corresponde a un momento ciertamente puntual, en el que la finalidad de la partida que ocupó la Cova del Parco podía residir en la voluntad de testar los bloques de materia prima *in situ*, para llevar a cabo la manufactura de los utensilios, sin ocupar el yacimiento durante largo tiempo. De hecho la ausencia de estructuras antrópicas de organización del espacio, la escasez de actividad, las condiciones de habitabilidad del lugar -con numerosos bloques caídos-, así como las propias características del conjunto industrial, así parecen indicarlo, tanto por el elevado grado de corticalidad de los restos, como por la presencia de nódulos de materia prima apenas testados, o de núcleos abandonados en las primeras fases de explotación.

Por otro lado, el horizonte microlaminar, a pesar de la escasa entidad de la industria lítica recuperada, parece corresponderse con un momento de ocupación mejor planificado, como atestiguar la complejidad morfológica de la estructura de combustión EC 15 y la presencia de fitolitos de madera, aunque la escasa entidad de los restos de industria lítica

recuperados, y la falta por el momento de estudios traceológicos, no nos permiten profundizar más en sus características.

Finalmente, el horizonte geométrico queda claramente establecido por la presencia de una tecnología lítica nueva, la técnica del microburil, así como por la presencia de nuevos materiales silíceos, anteriormente desconocidos en el yacimiento, el sílex con fósiles (TV) y la calciarenita silicificada (GS). Si bien el origen de estos materiales nos continúa siendo un enigma, como mínimo nos indican un cierto cambio en el aprovisionamiento de las materias primas, por parte de los ocupantes del yacimiento durante el epipaleolítico geométrico. De este cambio aún queda mucho por determinar, tal vez no sea más que una aportación anecdótica al conjunto industrial, aunque ningún elemento nos impide pensar tampoco que no pueda estar evidenciando un cambio real en los trayectos de aprovisionamiento, o de movilidad de los grupos humanos.

4.- LA BALMA DEL GAI.

4.0.- INTRODUCCIÓN.

El segundo de los yacimientos que trataremos en esta tesis doctoral es la Balma del Gai, en el término municipal de Moià (Bages).

Este yacimiento se encuentra en un entorno geológico y geográfico distinto al yacimiento estudiado anteriormente, la Cova del Parco. En este sentido, no presenta paralelos en el entorno natural, que podamos utilizar para establecer similitudes en el modelo de explotación de los recursos líticos por parte de sus ocupantes. Si en el caso de Cova del Parco, el entorno geológico se mostraba relativamente rico en cuanto a materiales sedimentarios silíceos, no ocurre lo mismo con el yacimiento que ahora nos ocupa. A pesar de la ausencia de sílex en las inmediaciones del yacimiento, según se desprende de la documentación geológica, la industria lítica recuperada durante las intervenciones arqueológicas se caracteriza, fundamentalmente, por el recurso al sílex como materia prima principal del conjunto exhumado.

Por este motivo, nos pareció de gran interés llevar a cabo una caracterización de los mecanismos de aprovisionamiento y explotación de las diversas litologías documentadas en la estratigrafía del yacimiento. Del mismo modo, nos pareció interesante establecer las características, macroscópicas y petrográficas, de los materiales silíceos geológicos y arqueológicos, para poder definir los posibles vínculos de relación entre ambos, y aproximarnos, de este modo, a un modelo explicativo de gestión de los recursos que en principio debía ser distinto al caso que habíamos estudiado anteriormente.

4.0.-SITUACIÓN.

El yacimiento de la Balma del Gai se encuentra en el término municipal de Moià (Bages). Moià es la población que da nombre al sector de la altiplanicie del Moianès, que constituye el margen SE de la Depresión del Ebro. Dicha altiplanicie está formada, principalmente, por areniscas y calizas, y en la zona más meridional por conglomerados. Todos estos materiales pertenecen al Eoceno y Oligoceno. Los conglomerados,

dispuestos horizontalmente, son los responsables del aspecto tabular del paisaje, en el que la red hidrográfica de torrentes y riachuelos circula fuertemente encajada.

El yacimiento se localiza en el margen derecho de la riera del Gai, que circula de NE a SW y se encaja en las calizas eocenas. El abrigo está situado en la parte inferior de la vertiente del Serrat del Masot, a 760 s.n.m y está orientado de NW a SE.

El abrigo tiene una superficie total de 5775 m², con una planta de 5,5x10, 5 m. En la roca de la pared se observa una densa red de fisuras, fracturas y diaclasas que facilita la caída de bloques y gravas en el asentamiento (G^a-Argüelles et al., 1997).

Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

Longitud. 2°08'19,5" E.

Latitud 41°49' 00" N.

Según mapa topográfico, hoja núm. 363. "Manresa". IGME (1985). Escala 1:50.000
Proyección UTM, según Meridiano de Greenwich.

4.2.- MARCO LITOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO.

El abrigo del Gai se abre en los materiales calizos eocenos (Calizas de Moià), formados por una serie de capas de calizas, con niveles de lutitas interestratificadas; mientras que en otros tramos, se registra la alternancia de lutitas rojizas con niveles de areniscas (Sáez, 1987).

Geomorfológicamente, el relieve de la zona está asociado a las características de las regiones subtabulares, es decir, a las alternancias de rocas de diferente cohesión: rocas duras y resistentes (calizas), y blandas y poco coherentes (lutitas). Las últimas, aparecen más erosionadas que las primeras y se originan cerros testigos y gradas. La erosión final de las rocas más resistentes origina cerros cónicos, que evolucionan hacia formas de domo, más suaves, que pueden llegar a desaparecer, y forman un llano de cota inferior a la plataforma original. De esta manera, el área de estudio ha quedado elevada y presenta un relieve notablemente contrastado, debido a las incisiones de la red hídrica, que por su encajamiento, no presenta llanura aluvial y sí, en cambio, fuertes pendientes modificadas, antrópicamente, mediante bancales.

Las formas del relieve documentadas han sido tres (Bergadà, 1998):

.- Formas de fondo de valle de tipo plano.

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

.- Laderas rectilíneas originadas por procesos morfodinámicos de escorrentía superficial y formación de cárcavas.

.- Formaciones cársticas procedentes de la infiltración del agua de lluvia.

4.3.- EL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE LA BALMA DEL GAI.

4.3.1.- INTRODUCCIÓN.

El descubrimiento del yacimiento arqueológico de la Balma del Gai tuvo lugar por parte del Sr. Joan Surroca en 1975, quien recogió algunas evidencias líticas, faunísticas y malacológicas, en zonas de remoción superficial del abrigo y zonas cultivadas cercanas al yacimiento. Joan Surroca alertó del hallazgo a Miquel Llongueras y M^a Àngels Petit, los cuales lo pusieron en conocimiento del Prof. Jean Guilaine, que se encontraba excavando en la cercana cueva del Toll (Moià). Como resultado del interés que despertó en el Prof. Guilaine y su equipo el hallazgo, se llevaron a cabo dos campañas de excavación en los años 1977 y 1978, bajo la dirección del propio Prof. Guilaine y M. Llongueras. Sus objetivos fueron: la valoración de la riqueza, extensión y potencia del sedimento arqueológico, la consecución de una serie lítica suficientemente importante, para llevar a cabo un estudio estadístico sobre la evolución de la industria, y finalmente, la recopilación de datos paleoambientales, de fauna, flora y sedimentología, así como obtener dataciones absolutas mediante técnicas radiométricas.

4.3.2.- La intervención Guilaine-Llongueras y sus resultados.

Los resultados de sus intervenciones permanecieron largo tiempo desconocidos, apareciendo, sólo parcialmente, a la luz a través de la realización de la tesis doctoral del Dr. Michel Barbaza (1984).

4.3.2.1.- Estratigrafía.

Las labores de excavación del equipo Guilaine /Llongueras se plantearon en dos sectores del yacimiento: la zona "Aval", denominación adoptada para referirse al sector aguas abajo, y la zona "exterior del abrigo".

En esta intervención se determinó la secuencia estratigráfica del yacimiento según criterios arqueológicos, no litoestratigráficos (Llongueras y Guilaine, 1982).

Superficie I	20 a 30 cm. de grosor y formada por un sedimento amarillo, limoso y compacto.
Capa 1	25 cm. de potencia. Presentaba la misma composición que la anterior, pero contenía fragmentos calizos.
Capa 2	10 a 15 cm. de grosor, el sedimento presentaba una coloración más oscura.
Capa 3	10 cm. de potencia. El sedimento era más "suelto" que en las capas anteriores y contenía abundantes restos de carbones.
Capa 4	Correspondería a un potente nivel muy homogéneo de bloques y fragmentos calizos desprendidos de la pared del abrigo por acción del frío.

Según sus excavadores, el depósito sedimentario parecía responder a un proceso de sedimentación continuo; se diferenciaban, con precaución, unas fases "más o menos intensas de ocupación del abrigo, o simplemente de la zona estudiada, con una sedimentación más o menos lenta pero de naturaleza similar" (Llongueras y Guilaine, 1982).

4.3.2.2.- Medioambiente, fauna y flora.

Por lo que respecta a los aspectos paleoambientales, poseemos dos tipos de datos como fruto de la intervención gala: datos zooarqueológicos y paleobotánicos. En lo concerniente a la fauna recuperada, de la cual no se conoce sus porcentajes de aparición, estaba compuesta por restos faunísticos de vertebrados, principalmente *Oryctolagus cuniculus*, y en menor proporción: *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Capra pyrenaica*, *Rupicapra rupicapra* y *Bos primigenius*; y por restos faunísticos de invertebrados -malacología continental terrestre- (*Cepaea nemoralis*)

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

Entre las especies vegetales, según estudios antracológicos, se documentaron: *Pinus sylvestris*, *Pinus salzmanni*, *Amygdalus communis*, *Prunus spinosa*, *Prunus mahaleb*, *Buxus sempervivens*, *Juniperus sp.*, *Acer monspessulanum* y *Betula verrucosa*, que según interpretación de los investigadores, demostrarían un paisaje relativamente seco y descubierto (Barbazà et al., 1979/80; Guilaine et al., 1982).

4.3.2.3.- La industria lítica.

El material arqueológico se documentó en las capas 1, 2 y 3, y fue atribuido al Epipaleolítico dentro de una facies *aziloïde* tipo Sant Gregori, con algunos elementos *sauveterriens* de tipo Filador, según la definición hecha por Fortea en su tesis (1973)³³. La industria lítica recuperada estaba realizada fundamentalmente en sílex. Destacando entre los tipos primarios, o piezas retocadas, los raspadores de tamaño muy pequeño y los elementos de proyectil (G^a- Argüelles et al., 1997).

4.3.2.4.- Las dataciones radiométricas.

Las dataciones absolutas obtenidas, por el método de C14 convencional, en esta primera intervención arqueológica fueron:

Referencia	Datación	Nivel
MC 1478	9860±400 BP	Capa 1
MC 2141	10.030±160 BP	Capa 2
MC 2140	11.050±160 BP.	Capa 3

Recientemente (Petit, 1999), se ha llevado a cabo su calibración a dos sigmas, que nos ofrece los siguientes resultados:

Capa 1: MC 1478: 9860±400 BP = 10.506-8181 (cal) BC (95'4%).

Capa 2: MC 2141: 10.030±160 BP = 10.255-9021 (cal) BC (95'4%).

Capa 3: MC 2140: 11.050±160 BP = 11.357-10.688 (cal) BC (95'4%).

4.3.3.- La revisión del SERP. (G^a-Argüelles, Nadal y Estrada).

4.3.3.1.- Introducción.

En 1989 se retomó el estudio del yacimiento, a raíz del trabajo llevado a cabo por A. Estrada y C. Arnau, sobre la secuencia sedimentológica de la Balma del Gai. Dicho estudio, se completaba con el análisis de las colecciones líticas de Guilaine/Llongueras y Surroca, y la colección de fauna depositada por Surroca en el Museo de Moià, así como también por la recuperación de los sedimentos del trabajo de Estrada y Arnau. El análisis tipológico y el faunístico, lo llevaron a cabo respectivamente, la Dra. Pilar G^a-Argüelles y el Dr. Jordi Nadal, del Departamento de Prehistoria, Ha. Antigua y Arqueología de la UB.

4.3.3.2.- La fauna.

Por lo que respecta a la fauna, el Dr. Nadal constató la presencia de conejo, *Oryctolagus cuniculus*, como especie más representada. También documentó la presencia de cabra (*Capra*), un cánido de considerable tamaño, y en menor cantidad restos de microfauna, probablemente roedores o insectívoros. Destaca la documentación de malacología continental terrestre, con un predominio de *Cepaea nemoralis*, y la aparición testimonial/intrusiva de *Rumina decollata* y *Helix aspersa*. La abundancia de restos de este género nos recuerda el binomio "*Oryctolagus-Cepaea*", propio de muchos yacimientos del Epipaleolítico de la cuenca mediterránea occidental.

4.3.3.3.- La industria lítica.

Entre los materiales líticos revisados (1881 evidencias) predominaban, en todos los niveles, los fragmentos sobre las lascas y las láminas. Por lo que respecta a las piezas

³³ La definición de Fortea utiliza el término microlaminar, facies Sant Gregori, en sustitución del término francés aziliense, y el término geométrico de triángulos, o facies Filador, en sustitución del término francés sauveterriense.

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

retocadas, su número era bajo, articulándose su relación alrededor del binomio raspador-elemento de dorso, con la presencia esporádica de algún microlito geométrico. Por su composición industrial (dominio de raspadores, elementos de dorso y algunos geométricos) se corroboró su atribución a un momento transicional del complejo microlaminar "facies Sant Gregori", hacia un complejo de tipo geométrico "facies Filador", caracterizado en Cataluña por el estrato 7 de l'Abri del Filador (Margalef del Montsant, Priorato, Tarragona). Sin embargo, no pudo delimitarse en la estratigrafía el momento de cambio entre ambas facies.

4.3.4.- La intervención del SERP.

Como resultado de la publicación del estudio en la revista *Modilianum* (Estrada et al., 1990) y en el homenaje al Dr. Maluquer de Motes, "Aragón/Litoral mediterráneo" (G^a-Argüelles et al., 1992); la Dra. G^a-Argüelles y el equipo del SERP, adscrito a la cátedra de Prehistoria de la UB, bajo la dirección del Dr. J. M^a Fullola Pericot, decidieron en 1994 retomar los trabajos arqueológicos en el abrigo, para contrastar las posibilidades arqueológicas que ofrecía aún el yacimiento.

4.3.4.1.- Medioambiente: Sedimentación, fauna y flora.

En este apartado tomaremos en consideración los distintos análisis llevados a cabo para reconstruir el entorno de la ocupación humana en la Balma del Gai.

4.3.4.1.1.-El depósito sedimentario.

La homogeneidad del depósito sedimentario, descrita en los trabajos anteriores, se matizó a través de los análisis micromorfológicos realizados sobre dicho depósito por la Dra. Bergadà (1996, 1998), quien distinguió tres niveles:

N. Superficial.	Con una potencia máxima de 30 cm., formado por arenas finas de color marrón, arqueológicamente era estéril, dado que los materiales recuperados provenían de la remoción del nivel infrayacente.
-----------------	--

N. I.	Con una potencia de 52 cm., estaba formado por limos arenosos de color marrón grisáceo, con cantos y abundantes restos carbonosos. Este es el nivel que recogía el material arqueológico.
N. II.	Su potencia vista era de 15 cm. Estaba constituido por cantos y bloques de caliza de morfología angulosa. Este nivel era arqueológicamente estéril.

De su trabajo debemos retener que los materiales sedimentarios, que han formado el relleno, tienen diversas procedencias, y han seguido diferentes vías de introducción.

Por un lado, los de origen autóctono son cantos y bloques, cuya presencia se debe a la meteorización física de la pared del abrigo, afectada por una densa red de diaclasas que origina la caída de bloques y cantos de morfología angular en el asentamiento. Por otro lado, los sedimentos alóctonos son materiales finos, que se incorporaron por escorrentía superficial.

Los niveles sedimentarios presentan un buzamiento en dirección NE (fondo del abrigo), especialmente en el n. superficial. Este nivel se caracteriza por un relleno de materiales finos, aportados por un proceso de escorrentía superficial, en un clima frío y húmedo.

Por lo que respecta al n. I, la sedimentación de materiales finos, con cantos y bloques, se corresponde a aportes de escorrentía con desplazamiento (soliflucción) "en un ambiente húmedo y condiciones frías, que podría corresponder a un momento de fusión del hielo" (Bergadà, 1998). Sin embargo, los procesos de formación, y postdeposicionales, del depósito han afectado a la estructura y a la posición original del material arqueológico, por lo que es difícil reconocer los niveles de ocupación del asentamiento.

Finalmente, por lo que respecta al n. II, éste se corresponde con un material detrítico, generado por procesos de gelifracción, en un momento de características frías y secas, en el que no se ha documentado ocupación humana del abrigo.

4.3.4.1.2.- La fauna.

Las evidencias óseas y malacológicas recuperadas a partir de la intervención del equipo del SERP (G^a-Argüelles et al., 1997), han sido analizadas por el Dr. J. Nadal (Nadal, 1998). La identificación de restos osteológicos confirma la presencia de las especies anteriormente identificadas, junto con otras nuevas: *Oryctolagus cuniculus*, *Cervus*

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

elaphus, *Capra pyrenaica*, *Rupicapra rupicapra*, *Vulpes vulpes*, *Lynx sp.*, *Sus scrofa* y *Erinaceus europaeus*. Ciertas especies (jabalí, ciervo, erizo) demuestran la existencia de un medio ambiente boscoso mientras que otras (conejo) son ubiqüistas.

Por lo que respecta a la malacología, cabe destacarse el predominio del género *Cepaea*. También se han recuperado especies de malacología acuática, tanto de agua dulce como salada, así como transformaciones antrópicas de dichos elementos en objetos de ornamento, tal es el caso de: *Columbella rustica*, *Glycymeris violascens*, *Hinia reticulata* y *Dentalium vulgare*.

4.3.4.1.3.-Análisis de fitolitos.

El análisis de los fitolitos procedentes de muestras de sedimentos de la Balma del Gai fue realizado por la Dra. Rosa M^a Albert (G^a-Argüelles et al., 1997).

El total de muestras analizadas fue de 5; se recuperaron siguiendo el sistema de recogida vertical entre los cuadros F4/F5.

Los fitolitos recuperados correspondían, según su composición mineral, a un único tipo, fitolitos de sílice. La vegetación principal correspondería a herbáceas, principalmente de la familia de las gramíneas, subfamilia festucoide, que indicarían un clima templado y húmedo. También fueron recuperados fitolitos que confirman la presencia de vegetación arbórea, junto a los cuales también se identificaron diatomeas. Sin embargo, la alcalinidad elevada del sedimento no ha favorecido una buena conservación de estos restos.

La similitud entre las muestras, observada a lo largo de toda la secuencia sedimentaria, nos indicaría que no se produjeron grandes cambios en cuanto a clima y ambiente a lo largo de toda la secuencia estratigráfica analizada.

4.3.4.1.4.- Dataciones radiométricas.

Uno de los objetivos principales que llevaron a la reexcavación del yacimiento fue la necesidad de obtener una columna de dataciones absolutas, que ubicaran cronológicamente el nivel arqueológico, y sus diferentes momentos de ocupación (G^a-Argüelles et al., 1997, 2000).

Las dataciones, de cada una de las tallas artificiales (5cm.) en que se excavó el sondeo del cuadro F4, se están llevando a cabo en el laboratorio de *Gif-Sur-Yvette*. Los resultados obtenidos por el momento son:

TALLA	DATAACION BP
1. (126-131 cm.)	8930±140 BP
2. (131-136 cm.)	
3. (136-141 cm.)	10.260±90 BP
4. (141-146 cm.)	
5. (146-141 cm.)	12.240±110 BP
6. (151-160 cm.)	
7. Niv. II (entre piedras)	11.490±160 BP

La datación obtenida en la talla 1, en la que como hemos indicado anteriormente, se han recuperado algunos elementos geométricos, podría ejemplificar el proceso de transición cultural entre las facies microlaminares y las geométricas del Epipaleolítico Mediterráneo. Sin embargo, dicha datación (8930±140 BP), aparece como mucho más moderna, que las obtenidas en otros yacimientos con niveles claramente geométricos, como la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida) datado, entre otras, en 10.190 ± 290 BP³⁴ (Fullola et al., 1996; G^a-Argüelles et al., 2000) o l'Abric del Filador (Margalef de Montsant, Priorato, Tarragona) datado, entre otras, en 9830±160 BP (Nadal et al., 1993). Sin embargo, desde nuestro punto de vista, el hecho de encontrarnos ante dataciones radiométricas diferentes, y con un cierto *decalage*, no debe ocultar el hecho de que nos hallamos ante un mismo horizonte cultural. A nuestro entender, el "mundo geométrico", con sus triángulos, segmentos, microburiles y raspadores unguiformes, a pesar de la variabilidad en las dataciones obtenidas en distintos yacimientos, siempre se articula con posterioridad a una realidad tecnológicamente distinta: el microlaminar. Este es, según nuestro punto de vista, el hecho realmente importante a destacar del periodo cronocultural epipaleolítico, dado que la situación de *plateaux*, que se documenta en cuanto a dataciones absolutas durante este Holoceno inicial, no nos permite establecer una secuencia cultural en base

exclusivamente a la cronología. Esta realidad arqueológica, de la existencia de ambas tradiciones tecnológicas (microlaminar y geométrico), y su disposición estratigráfica, deberá explicarse a partir de otros tipos de parámetros.

4.3.4.2.- Características generales de la industria lítica del n. I de la Balma del Gai.

La industria lítica del n. I de la Balma del Gai puede caracterizarse, de manera general, como un conjunto industrial tallado en el que predomina el sílex, y en menor cuantía, aparece el cuarzo, el cristal de roca, la lidita, la riolita y el jaspe. También se ha documentado la presencia de otros elementos líticos no tallados, como un pulidor en arenisca, aparecido en la campaña de 1995 (G^a-Argüelles et al., 1997, 2001).

El número de evidencias analizado en este trabajo no se corresponde con la totalidad de materiales exhumados. La cantidad de material lítico era tal que una aproximación exhaustiva al mismo nos pareció desde un principio desproporcionada. Por este motivo optamos, teniendo en cuenta la dinámica de la excavación, por llevar a cabo el análisis de un cuadro del yacimiento, que había sido excavado en toda su potencia para proporcionar un corte estratigráfico y una secuencia de materiales completa. Este cuadro fue F4. Completamos esta visión diacrónica de los materiales con los proporcionados por el cuadro H4 y por los materiales retocados de los cuadros F5, E4, G5, G4 y H5, excavados entre los años 1994 y 1996, que nos permitían aumentar el número de efectivos analizados. De este modo, la representatividad alcanzada por el conjunto nos autorizaba a considerarlo como fiable, mientras que la presencia de cualquier elemento discordante podía considerarse meramente anecdótica. Así pues el total de materiales líticos revisados macroscópicamente, fundamentalmente sílex, ascendió a 876.

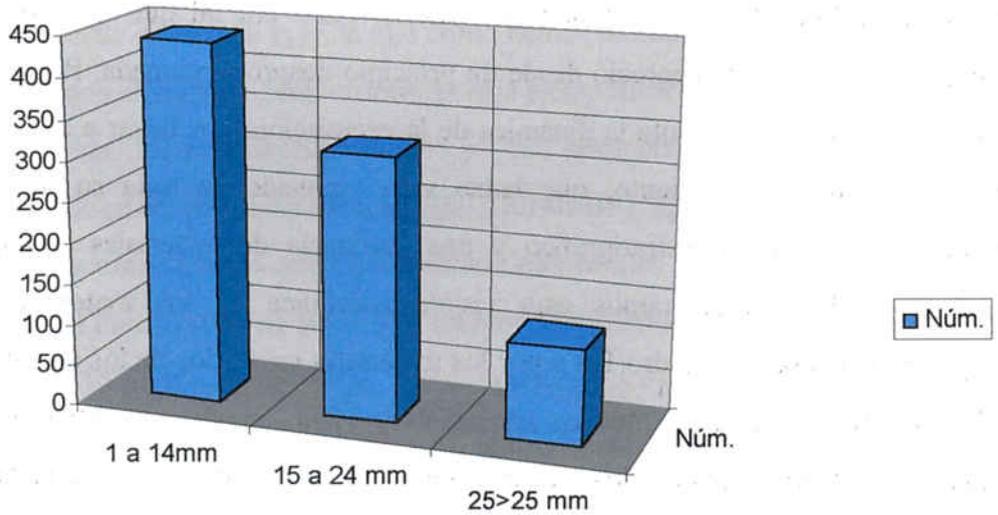
Las características principales de este conjunto industrial nos vienen definidas por los siguientes parámetros:

³⁴Sobre carbón correspondiente al inicio del nivel Ia2

4.2.4.2.1.- Microlitismo.

La distribución de los materiales líticos en tres categorías, según su longitud, nos muestra que nos encontramos ante un conjunto industrial claramente microlítico. En la figura adjunta podemos observar como la categoría dominante está formada por los materiales con una longitud máxima comprendida entre 1 y 14 mm (440 restos que suponen un 50,22% del total analizado). En segundo lugar, encontramos la categoría comprendida entre 15 y 24 mm, con 321 restos (36,64%). Finalmente, y a mucha distancia, encontramos el conjunto de materiales con una longitud de 25 mm, o superior, con un total de 115 restos que representan sólo el 13,12% del total analizado.

Indice de longitud de la industria lítica del N. I de Balma del Gai



	1 a 14mm	15 a 24 mm	25>25 mm
■ Núm.	440	321	115

Fig. 110. Representación del indice de longitud de la industria lítica analizada macroscópicamente del nivel I de Balma del Gai.

4.3.4.2.2.- Constatación de todo el proceso de talla en el yacimiento.

La industria lítica del n. I de la Balma del Gai se caracterizó también por la constatación de todo el proceso de talla en el yacimiento. Para llevar a cabo esta constatación observamos, en primer lugar, el parámetro de la corticalidad.

A.- El índice de corticalidad.

El índice de corticalidad de la industria lítica resultó significativo. El total de materiales en los que se pudo documentar córtex ascendió a 263 restos, que representaban un 30,02% del total de los materiales analizados.

Índice de corticalidad general de la industria lítica. N.I. Balma del Gai

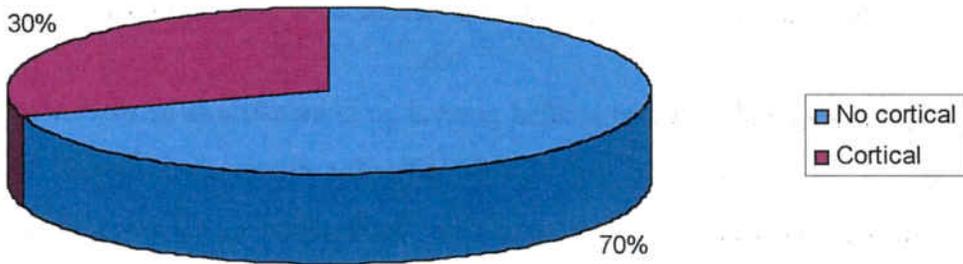


Fig. 111. Índice de corticalidad general, expresada en porcentaje, de la industria lítica analizada macroscópicamente del n. I de la Balma del Gai.

La distribución de la corticalidad, manifiesta un predominio del córtex marginal, sin embargo, debemos destacar también la presencia de córtex dominantes (CD), y muy especialmente, de “entames” o córtex totales (CT) como se muestra en la figura siguiente.

Índice de corticalidad de la industria lítica. N. I Balma del Gai

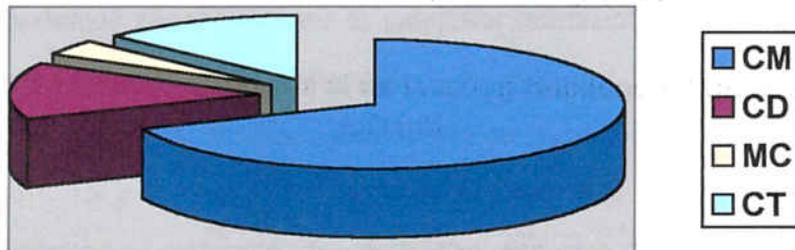


Fig.112. Índice de corticalidad, expresada en porcentaje, de la industria lítica del n. I de Balma del Gai.

Esta apreciación sobre la corticalidad general de la industria debe matizarse, por lo que respecta a los distintos tipos de sílex identificados macroscópicamente. No todos los tipos de sílex individualizados presentan una corticalidad significativa. De este modo, si observamos la siguiente figura podemos constatar como sólo un tipo, que hemos denominado "Grano de arena", y sus dos subtipos denominados "SB" y "Top" muestran unos porcentajes significativos de córtex, superior en todos los casos al 30%. Sin embargo, otros tipos de sílex, como el "tipo A", o el "tipo OOL" presentan una corticalidad mucho menor (inferior al 25%). La corticalidad en este segundo grupo de materiales se caracteriza además, por ser de carácter marginal, sin documentarse la presencia de córtex dominante o total. Finalmente hay materiales que presentan un único resto y que no es cortical, como sucede con los tipos "T2", "ROG" y "JAS".

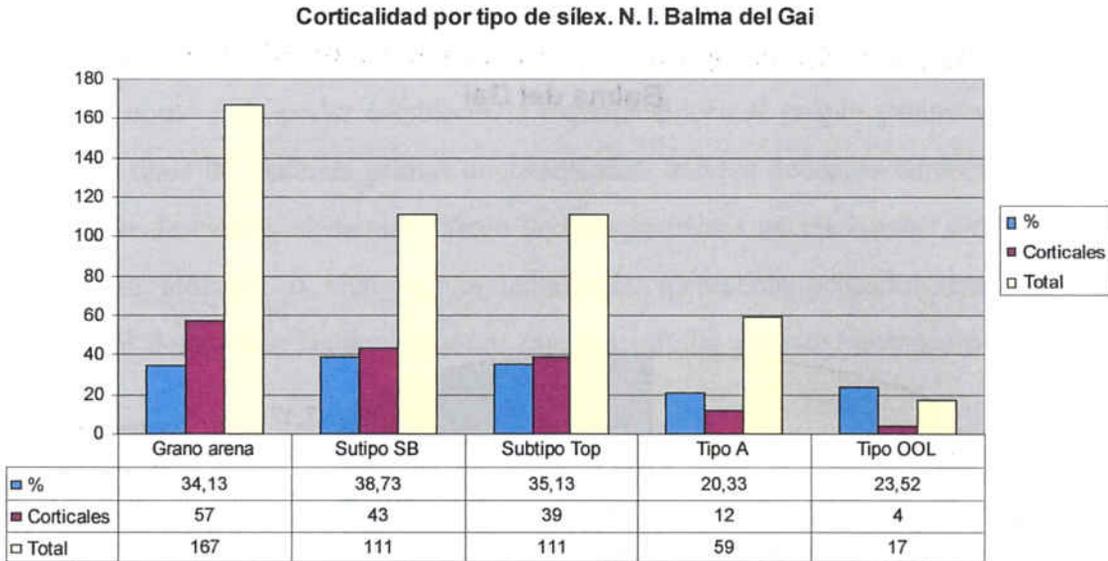


Fig. 1113. Índices de corticalidad de los distintos tipos de sílex individualizados macroscópicamente en el n.I de Balma del Gai.

B.- Tendencias de talla.

El segundo parámetro en el que nos basamos para establecer la existencia de todo el proceso de talla en el yacimiento fue la constatación de las tendencias de talla. Durante la caracterización macroscópica de la industria lítica, llevamos a cabo una primera aproximación a las características tecnológicas del conjunto estudiado. Para ello tuvimos en cuenta las categorías de soportes, en la que se incluían lascas, láminas y fragmentos, la categoría de accidentes de talla en la que se incluían soportes reflejados y sobrepasados, y finalmente los elementos de control de la talla, como las tabletas de núcleo o las lascas de reconfiguración. En el gráfico siguiente podemos observar la distribución de los distintos soportes.

**Distribución por tipo de soporte de la industria lítica. N. I.
Balma del Gai**

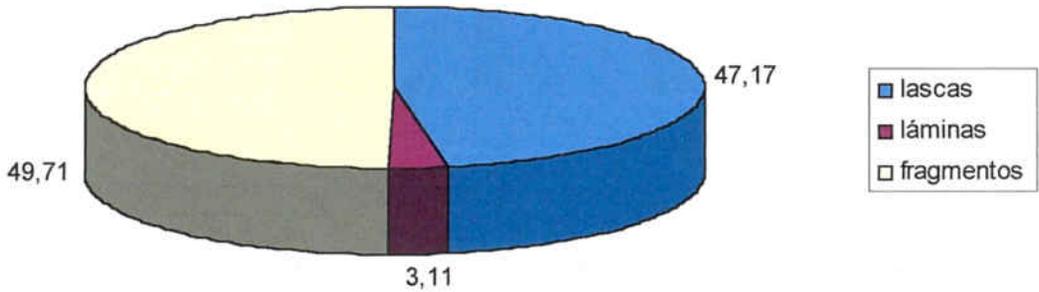


Fig. 114. Distribución, expresada en porcentaje, de los distintos tipos de soportes de la industria lítica analizada macroscópicamente de la Balma del Gai.

Podemos observar como la categoría dominante es la de los fragmentos, en la cual se incluyen tanto los fragmentos de lasca, como los de lámina, así como los fragmentos propiamente dichos. La segunda categoría en importancia entre los soportes analizados lo constituye el grupo de las lascas y lascas fragmentadas. El porcentaje de láminas y láminas fragmentadas es ínfimo. Nos encontramos, claramente pues, ante una estrategia de talla orientada a la obtención de lascas, y con un elevado grado de reducción de las mismas (lascas fragmentadas y fragmentos de lascas). Esta evidencia se confirma, manifiestamente, si tomamos en consideración la caracterización tipológica de los núcleos recuperados. De la tipología de los núcleos se desprende que la estrategia de talla se orienta, fundamentalmente, a la obtención de soportes de tipo lasca, a partir de la explotación de volúmenes de talla poco elaborados. Los núcleos poligonales constituyen el 60% del total, mientras que con un 20% se encuentran tanto los núcleos piramidales como los prismáticos.

En nuestra aproximación tecnológica también se puso de evidencia la presencia tanto de accidentes de talla (elementos reflejados y sobrepasados), como de elementos de control tecnológico de la producción lítica, como flancos y tabletas de núcleo.

En conclusión, podemos considerar que la Balma del Gai presenta suficientes evidencias como para poder establecer la explotación en el propio yacimiento de los principales tipos de materias primas documentadas, aunque debemos también destacar la presencia de ciertos elementos líticos de características excepcionales *unicum*, que bien por su litología, o bien por su tecnología, merecerán posteriormente nuestra atención, al desarrollar las conclusiones que del estudio de este yacimiento podemos extraer.

4.3.5.- La prospección de afloramientos en la Balma del Gai.

4.3.5.1.- Introducción.

Nuestro trabajo tenía como objetivo establecer las áreas fuente de materia prima silícea susceptibles de abastecer a los ocupantes de la Balma del Gai. Los resultados que aportaremos en las páginas siguientes no deben considerarse plenamente definitivos, dado que el proceso de investigación para la localización de fuentes de suministro de materiales silíceos no se halla en la actualidad totalmente concluido. Podemos considerar que presentamos un estado de la investigación hasta la fecha, que esperamos ir superando y ampliando progresivamente.

El interés primordial de las prospecciones de los afloramientos del yacimiento de la Balma del Gai radicaba en la ubicación del mismo en el Moianès. La altiplanicie del Moianès, como hemos indicado anteriormente, está constituida por materiales de edad paleógena, entre los cuales no ha sido documentada la presencia de afloramientos de materias primas silíceas. Este hecho confería especial importancia al estudio dado, que en principio, la aparición de gran cantidad de sílex en el yacimiento no podía explicarse a partir del recurso a fuentes de origen de acceso inmediato desde el yacimiento.

4.3.5.2.-El desarrollo de las prospecciones.

Como hemos visto anteriormente, todo trabajo de prospección arranca de la mayor recogida posible de información, tanto geológica como geográfica, disponible del área que nos proponemos trabajar. En este caso contábamos con referencias bibliográficas,

tanto entre los mapas geológicos (IGME, 1976,1996), como sobre diversos trabajos de síntesis regional, que se centraban en la evolución de las Sierras prelitorales catalanas (Bertrán y Tarragó, 1996; Ramon y Calvet ,1987; Calvet y Ramon, 1987).

La Balma del Gai aparece localizada en la hoja núm. 363 del Mapa Geológico Nacional a escala 1/50000 "Manresa". A pesar de ello, su localización próxima al margen derecho de la misma, nos obligaba a incluir en el planteamiento de estudio la hoja núm. 364 "La Garriga" de la misma serie.

El análisis de la documentación geológica de las áreas próximas al yacimiento, que pretendemos estudiar, resulta fundamental ya que los criterios sobre los que iniciaremos, posteriormente, la prospección son, fundamentalmente, de orden pragmático. Queremos recordar en este sentido los parámetros de orografía, medios técnicos y necesidades de materia prima, que han definido el "pragmatismo" de nuestras prospecciones. Es decir, tendremos en cuenta las distancias recorridas y el tiempo empleado para recorrerlas en función tanto del propio medio natural, como de la capacidad tecnológica del grupo humano, así como de las necesidades a cubrir. Sin embargo, la experiencia personal ya nos ha mostrado que la documentación geológica no suele ser suficiente cuando tratamos con litologías tan específicas como el sílex. De este modo, toda documentación geológica será poca, y por tanto, entrar en contacto con aficionados locales nos permitirá, como mínimo, ampliar las áreas a prospectar.

4.3.5.2.1.-La documentación cartográfica. La estratigrafía geológica.

El hecho de trabajar con dos mapas nos ha obligado a reelaborar la información presente en ambas memorias adjuntas, como consecuencia, presentamos a continuación una estratigrafía integradora.

En la zona de la Sierra prelitoral catalana los materiales más antiguos corresponden al Paleozoico, donde también se documentan materiales triásicos. Los afloramientos triásicos, de facies germánica, se alinean en dirección NE-SO, forman una orla entre los materiales paleozoicos y el Terciario. Está representado ampliamente el Buntsandstein y

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

el Muschelkalk en la hoja de La Garriga, mientras que en la hoja de Manresa únicamente están representados en el ángulo SE.

A.- Buntsandstein (TG1). Se trata de una serie detrítica, fundamentalmente roja.

B.- Muschelkalk (TG2). Regionalmente está formado por dos niveles carbonatados, con un tramo rojo intermedio, de características parecidas al Buntsandstein.

La similitud de facies en el Triásico, tanto entre los sedimentos carbonatados, como entre los niveles detríticos rojos, hace difícil la atribución objetiva a uno u otro de los tramos. A pesar de ello se han podido establecer tres pisos.

Muschelkalk 1 (TG21). Tramo de calizas micríticas con dolomías de grano fino a medio. Como mineral accesorio la pirita y los óxidos de hierro. Se han diferenciado cuatro tramos, entre los cuales el superior de 35-40m., caracterizado por las dolomías de grano fino y medio, en bancos que tienden a ser masivos, en ocasiones presenta **nódulos de sílex**.

Muschelkalk 2 (TG22). Se trata de una serie detrítica de color rojo.

Muschelkalk 3 (TG23). Se trata de un tramo de dolomías de grano fino y calizas micríticas, un poco arcillosas y algún elemento de cuarzo.

C.- Terciario. Los materiales terciarios ocupan casi la totalidad de la hoja de Manresa y gran parte de la de La Garriga. Existe una marcada diferenciación entre facies rojas salobres-continetales y facies grises marinas, que sirven para establecer una primera división general en tres unidades.

Al Sur, una unidad roja (Paleógeno Inferior-Medio), fundamentalmente conglomerática, que da las formas del relieve más notables. Está formada por una alternancia de arcillas, areniscas y conglomerados. En dichas arcillas y conglomerados hemos recuperado **sílex**, aún cuando los mapas geológicos no indicaban su presencia (“Coll de Can Tripeta”, “Can Rovira del Brull”). Sobre su origen hablaremos posteriormente.

Encontramos una segunda unidad intermedia, gris de ambiente marino, (Biarritiense-Priaboniense Inferior), que en parte significa un cambio lateral con la anterior. Está formada por una alternancia de areniscas, calizas y margas, con un alto contenido de fauna marina.

Finalmente, al Norte, y estratigráficamente superpuesta, otra unidad, fundamentalmente detrítica roja, con depósitos salinos y calizas lacustres. Esta unidad sería en parte oligocena.

D.-Cuaternario. Los materiales cuaternarios que afloran son poco potentes y quedan reducidos a los depósitos de las terrazas fluviales, limos arenosos, más o menos, asociados a las mismas terrazas y derrubios de vertiente, más o menos, arcillosos y consolidados. En la parte correspondiente a la hoja de Manresa la presencia de los ríos Llobregat y Cardener ha generado que las terrazas estén bien desarrolladas.

4.3.5.2.2.- 1ª campaña de prospección (1996).

La primera campaña de prospección tuvo lugar en 1996, llevada a cabo juntamente con el Dr. J. Nadal.

A partir de las referencias bibliográficas, y de la experiencia adquirida durante el trabajo desarrollado en Cova del Parco, determinamos, *a priori*, tres áreas potencialmente portadoras de sílex, y por tanto, posibles fuentes de materias primas del yacimiento. Estas tres áreas fueron:

- | |
|---|
| 1.- Arcillas rojizas y calizas micríticas del Muschelkalk que afloran en la zona de la riera de Gallifa. |
| 2.- Estratos sannoisienses de las colinas que se levantan al norte del yacimiento entre las poblaciones de Moià y L'Estany. |
| 3.- Terrazas cuaternarias del río Llobregat a su paso por Navarcles. |

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

Las prospecciones en los tres lugares no resultaron tan positivas como era de esperar. Tan sólo uno de ellos (1.-) nos aportó evidencias positivas de la existencia de sílex. Se trata de los estratos de arcillas rojas y calizas micríticas del Muschelkalk. El área prospectada correspondía a las arcillas de esta edad que afloran en los estratos que corta la riera de Gallifa, afluente de la riera de Caldes.

Se recuperaron dos muestras de sílex, identificadas como MG1 y MG2. (Muschelkalk Gai 1 y 2).

MG1	Se trata de un nódulo de morfología angulosa, maciza, con el exterior de aspecto escasamente rodado, caracterizado en su interior por impregnaciones rojizas de las mismas arcillas que lo engloban. El nódulo mide 16x10x7cm. Macroscópicamente no se han observado inclusiones, ni en la parte externa, ni en la propia masa silícea. Color Munsell blanco-grisáceo (Munsell 5Y 7/1. <i>Pale gray</i>). Tamaño de grano grueso. Calidad media.
MG2	Se trata de un fragmento de caliza tabular con cavidades rellenas de material silíceo (genéricamente <i>chert</i>). Este material presenta un color rojizo (Munsell 10R 4/3 <i>weak red</i>). Tamaño de grano fino. A pesar de la presencia de este <i>chert</i> , su aparición en forma de pequeñas geodas dentro de la matriz de la roca no permite considerar el uso y explotación de este tipo de silicificación por parte del hombre prehistórico. Se trata de un material no tallable.

La comparación macroscópica llevada a cabo tampoco ha permitido establecer ninguna vinculación directa entre los materiales del yacimiento de la Balma del Gai y los sílex de la riera de Gallifa.

Las prospecciones desarrolladas en los estratos sannoisienses de las colinas que se encuentran al norte del yacimiento, entre las poblaciones de Moià y L'Estany (2.-) resultaron completamente decepcionantes. Queríamos comprobar si estos estratos podían ser un área de formación de nódulos, aunque éstos después pudieran ser captados por las aguas de las múltiples rieras que los atraviesan en dirección N-S y que drenan el altiplano. Por este motivo, se llevó a cabo también la prospección de las rieras, teniendo en cuenta que la mayoría de los sílex documentados en el yacimiento presentaban la morfología propia de los cantos que han sufrido un transporte aluvial (córtex de aspecto rodado y pulido). Nuestros esfuerzos se centraron inicialmente en la

riera del Gai, que discurre delante del propio yacimiento, con resultados negativos. Después iniciamos la prospección de la riera de Collsuspina, que se encuentra a una distancia de 3 Km., pero la observación de las mismas características litológicas de los materiales (fundamentalmente calizos, y en menor número cuarzos) y estructurales (formas subangulosas), hizo que no profundizáramos más en este segundo lugar.

Finalmente, las prospecciones en las terrazas cuaternarias del río Llobregat (3.-) también resultaron negativas. Estos depósitos fueron prospectados porque en la Tesis de licenciatura del Dr. Xavier Terradas se indicaba la presencia de estratos con sílex, cruzados por el Llobregat, en su curso alto (zona de Berga). Esta zona dista a vuelo de pájaro unos 40 Km., aproximadamente, del lugar prospectado por nosotros. Considerábamos que parte del sílex podría haberse desplazado, bajo forma de cantos rodados, aguas abajo, pudiendo quedar retenido en alguna de las antiguas terrazas del río, en lo que constituiría un afloramiento de tipo secundario.

A pesar de la distancia al yacimiento, creímos conveniente realizar la prospección en las terrazas más próximas a nuestra zona, en concreto en Navarces, en el lugar de confluencia entre la riera de Calders y el Llobregat, así se podían poner de manifiesto los materiales que ambos ríos transportan.

Los resultados en la prospección de la T.0 (lecho actual del cauce) fueron negativos. Cuando aumenta la distancia que el sílex ha de recorrer, como es lógico, la presencia del mismo tiende a rarificarse. Del mismo modo, los cambios sufridos en la morfología del río, desde el Tardiglaciario y el Holoceno inicial, hasta nuestros días (construcción de pantanos, extracción de áridos), nos plantea la necesidad de prospectar los niveles de terraza superiores al actual lecho.

Dado el resultado de la prospección orientamos la búsqueda hacia dos áreas más.

4.- Cuenca del río Congost.

5.- Cuenca del río Tenes, a su paso por los municipios de Bigues y Riells.

Ambas áreas, inicialmente no contempladas en nuestras prospecciones, fueron añadidas como consecuencia de las informaciones orales que nos proporcionó el Sr. Martí Garriga, del Museo de Sant Feliu de Codines. En nuestra visita al Museo tuvimos la oportunidad también de observar la colección de rocas silíceas que se expone, entre las cuales pudimos identificar, con toda la fiabilidad que permite la observación macroscópica a simple vista, uno de los tipos de sílex del yacimiento, y que denominamos SB³⁵.

Este hecho nos animó a prospectar todas las áreas que por distintos informadores orales íbamos recopilando, como por ejemplo el Torrent del Quirze.

6.- El Torrent del Quirze, que nace en los estratos de areniscas arcillosas y localmente bioclásticas del Paleoceno y Eoceno Inferior, y desagua al río Tenes, nos proporcionó sílex. Sólo se prospectó la zona de la desembocadura, área donde se nos había indicado la existencia de dicho material. Esperábamos disponer de otra ocasión para poder establecer la posible fuente primaria donde aparecía esta litología, labor que no pudimos llevar a cabo, por el estado de inundación que presentaba el torrente en el momento de la prospección. La muestra recuperada fue inventariada como GTQ1 (Gai Torrent del Quirze 1). Fragmento de guijarro cortical dominante, de córtex liso, ligeramente rodado/pulido. Pátina muy marginal en posición subcortical. El contacto entre el córtex y la sílice aparecía claro y nítido, aunque irregular. Tamaño 3'5x3x2'5 cms. Color Munsell (10YR 4/4 *dark yellowish brown*).

Esta muestra se parecía, al menos macroscópicamente, con uno de los tipos documentados en el yacimiento. El tipo había sido definido en el inventario macroscópico como Top (Tipo opalino)³⁶.

³⁵ La sigla SB, se refieren a la estructura bandeada del sílex.

³⁶Tipo opalino (Top). Distribución del color lisa, o zonal, normalmente de transparencia opaca sin pátina. Tamaño de grano muy fino y textura heterogénea. Superficie muy lisa y calidad muy alta. Se caracteriza por un córtex liso rodado o poroso con presencia en su superficie de óxidos de hierro. El

El último sitio prospectado durante la campaña de 1996, vista su proximidad geográfica, y los escasos resultados que habíamos obtenido hasta el momento, fue el río Congost, aguas abajo de Centelles. En este lugar fueron recuperadas numerosas muestras de materiales, pero ninguna de ellas podía relacionarse con el sílex.

4.3.5.2.3.- La 2ª campaña de prospección (1998).

La segunda campaña de prospección tuvo lugar en septiembre de 1998 y fue llevada a cabo juntamente con el Dr. J. Nadal.

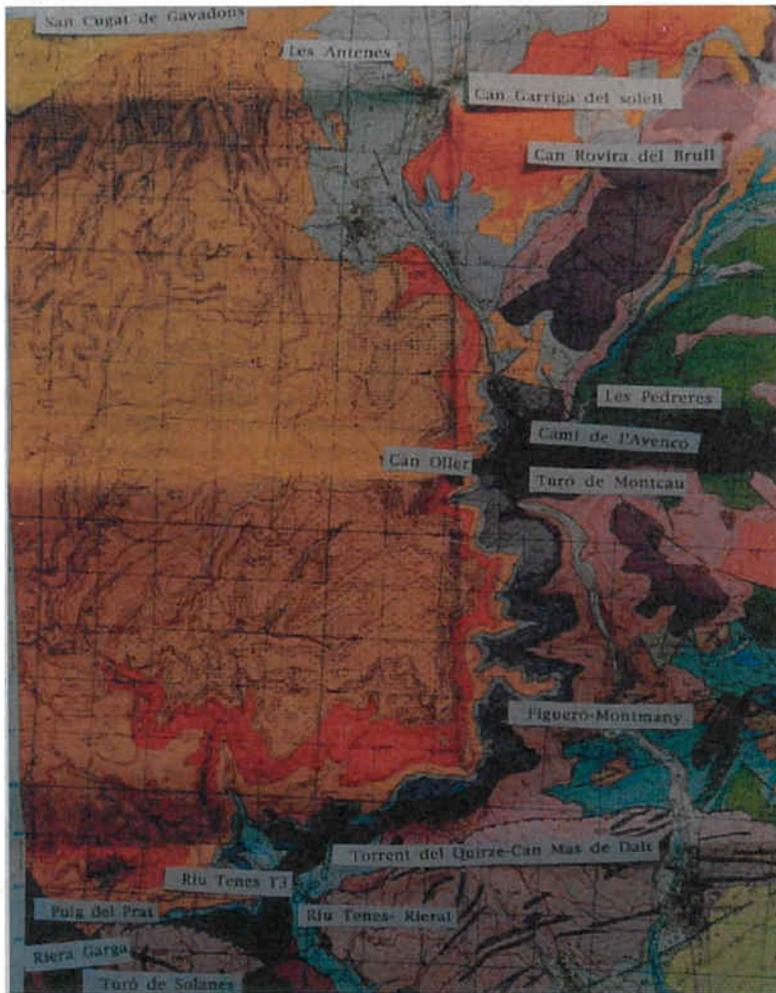


Fig. 115. Principales áreas prospectadas durante la segunda campaña de prospección (foto del autor).

lustre típico de la cera, juntamente con el color y el resto de características son los elementos fundamentales para su definición.

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

Se centró en los terrenos de la cobertera triásica, más concretamente del Muschelkalk inferior del valle del río Congost (IGME, 1976). Los materiales triásicos se sitúan, de manera claramente discordante, por encima del zócalo herciniense plegado y erosionado. La sucesión triásica está bien representada, desde la parte más basal de las facies del Buntsandstein, hasta la parte inferior de las facies del Muschelkalk superior (Bertrán y Tarragó, 1996).

Por lo que respecta a nuestro objetivo, nos centramos en los conjuntos del Muschelkalk, dado que la facies Bundsandstein, también triásica, formada por una serie de unidades litoestratigráficas terrígenas (areniscas, conglomerados, brechas) no presentó sílex.

A.- El Muschelkalk inferior. A partir de los pocos afloramientos con fósiles de valor cronoeestratigráfico, y de los estudios palinológicos, efectuados en el área del Figaró, se ha podido establecer una edad de Anisiense medio-superior para todo el conjunto carbonático del Muschelkalk inferior.

Los carbonatos de la facies Muschelkalk inferior están ampliamente representados en la mayoría de los afloramientos triásicos del Vallés Oriental, definiéndose diversas unidades litoestratigráficas reconocibles en los mismos (Bertrán y Tarragó, 1996).

Por lo que respecta al sílex, éste se localiza en la unidad Colldejou, que constituye el techo del Muschelkalk inferior, con una potencia de 30-32 m. de dolomías blancas primarias. El tramo inferior de esta unidad está formado por 15-20 m. de dolomías micríticas masivas y monótonas, donde lo más destacable es un nivel de nódulos de sílex situado en la mitad superior del tramo.

El conjunto de litologías de esta unidad (Colldejou) se entienden como una serie de depósitos de llanuras mareales muy poco profundas, restringidas e hipersalinas, de tipo *sebkha*, que están situadas en la parte más proximal de un *lagoon* (Ramon y Calvet, 1987; Calvet y Ramon, 1987).

Los carbonatos de aguas poco profundas de la unidad Coldejou son el inicio de una nueva secuencia deposicional, que continuará a lo largo de la deposición de la facies del Muschelkalk medio.

B.-El Muschelkalk medio. Se caracteriza por ser de origen terrígeno continental sin sílex.

C.-El Muschelkalk superior. Se trata de nuevo, de una serie carbonatada. Está representado en la mayoría de los afloramientos triásicos del Vallés Oriental, desde el Farell hasta el valle del Congost. Se trata de dolomías y calizas dolomíticas de espesor variable, que desaparecen totalmente en las inmediaciones de Aiguafreda. No hemos documentado la menor referencia a sílex en estas facies (Bertrán y Tarragó, 1996; Ramon y Calvet, 1987; Calvet y Ramon, 1987).

La prospección nos permitió la localización de diferentes puntos de aparición de materias primas silíceas de características e importancia dispar, que a continuación pasaremos a enumerar.

1.- Situados en la Barriada de Can Oller, en las inmediaciones de Aiguafreda, documentamos la presencia de sílex, tanto en posición primaria como secundaria, en un pequeño valle originado por un torrente estacional, que ha cortado los niveles del Muschelkalk inferior.



Fig.116. Nódulo subtabular de sílex recuperado en un fragmento errático de roca-caja en Can Oller

(Foto del autor).

Se trata de un afloramiento pequeño y la cantidad de materia prima es escasa. Aunque el material es susceptible de someterse a la talla con éxito, pensamos que su parca presencia, debía ser un factor limitador para su explotación por parte de las comunidades prehistóricas.

Las características petrográficas de las muestras de este afloramiento las hemos podido precisar mediante la realización de una serie de láminas delgadas. Las muestras han sido referenciadas como C'N Oller 1 y 2.

2.- El segundo punto que prospectamos, en este caso con resultados negativos, se corresponde al Muschelkalk inferior y medio del Turó de Montcau.

3.- El tercer punto prospectado fue Can Rovira del Brull, inicialmente atribuimos los materiales documentados al Muschelkalk, según la cartografía geológica con que contábamos. Sin embargo, no podemos mantener esta atribución, dado que los materiales prospectados y recuperados pertenecen al Paleoceno (Terciario) (Jordi Bertrán, comunicación personal).



Fig. 117. Nódulo recuperado en un fragmento de roca-caja errático en el afloramiento de Can Rovira del Brull (foto del autor).

En Can Rovira del Brull, fueron recuperadas gran variedad de muestras, tanto por lo que se refiere a tamaños, entre 2-5 cms y hasta más de 25 cms, como a colores. Nuestro objetivo era establecer una colección de referencia sobre la variabilidad del sílex de este afloramiento, que nos permitiera caracterizar mejor la variabilidad del propio yacimiento, dado que las características macroscópicas de los sílex del afloramiento eran idénticas a las que presentaban los materiales recuperados en la excavación arqueológica (tipo SB). Se recuperaron tanto muestras incluidas en arcillas, como algunas dentro de bloques erráticos de roca-caja.

4.- En la carretera que desde Aiguafreda se dirige a L'Avencó documentamos, en el estrato calizo-dolomítico del Muschelkalk inferior, un único nódulo integrado en la roca-caja (posición primaria) que medía unos 6 cms.

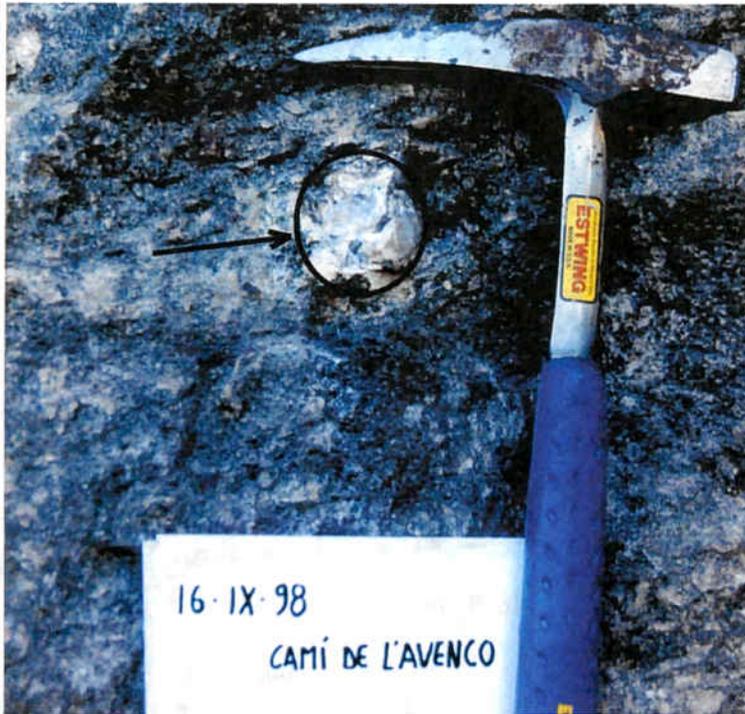


Fig. 118. Nódulo de sílex contenido en su roca-caja original, documentado en Camí de L'Avencó

(Foto del autor).

Otras muestras aparecieron resiguiendo el mismo nivel, en este caso se trataba de una plaqueta tabular de sílex de 2 cms de grosor, que sí que muestreamos a pesar que el material silíceo estaba francamente alterado. Esta muestra se identificó como (CA 1, Camí de l'Avencó 1).

5.-También documentamos sílex en la carretera de Figaró a Montmany.

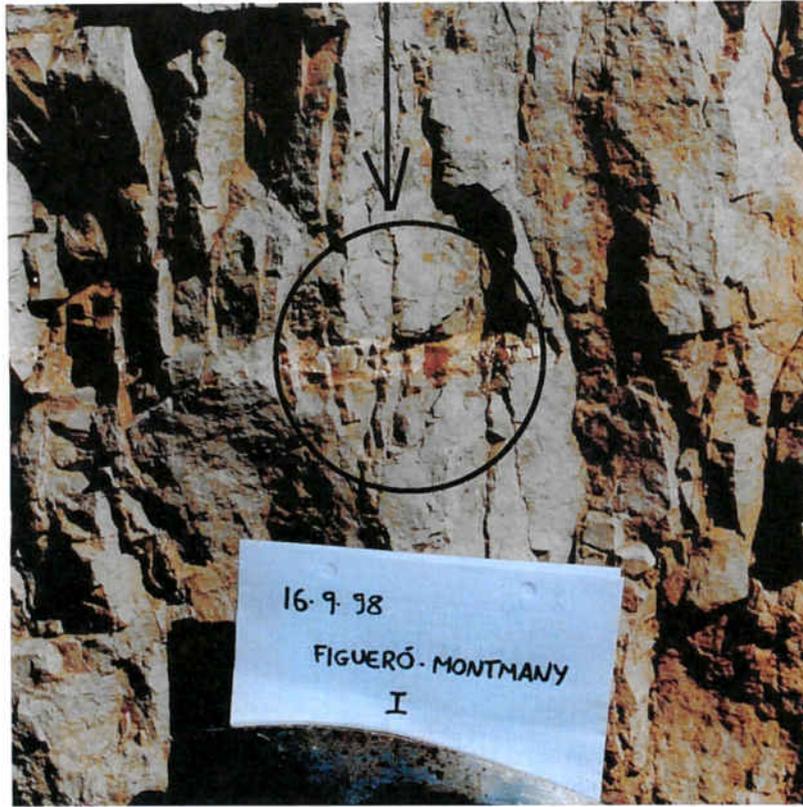


Fig. 119. Nódulo subaplanado de sílex en posición primaria en la carretera de Figaró a Montmany

(Foto del autor).

Se trata de un punto de afloramiento primario, en unas calizas-dolomías estratificadas, donde aparecen nódulos subaplanados de sílex muy alterados y fragmentados, de entre 6 y 10 cm. de largo por 2-3 cm. de ancho. Recogimos muestras de diferentes nódulos, identificadas como F.M 1 y 2 (Figaró-Montmany 1 y 2).

Todos los puntos documentados durante esta prospección, salvo los de Can Rovira del Brull, se adscribían al Muschelkalk inferior. Creemos que la captación de este tipo de materiales del Muschelkalk inferior debió producirse, o bien en afloramientos secundarios, o bien en lugares donde la alteración de la roca-caja facilitase la liberación de los nódulos. Ya que la dureza de la roca-caja (dolomías y calizas dolomíticas), así como la escasez de nódulos y su falta de aptitudes para la talla, parecen ser elementos suficientemente importantes para descartar su explotación directa y sistemática por parte de los prospectores epipaleolíticos.

Esta segunda campaña de prospección se completó con la visita a otros afloramientos de materiales de edad posterior. Así en las calizas pisolíticas del Sannoisiense

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

(Oligoceno) de Granoia (Moià, Bages) documentamos la presencia de pequeños enclaves (± 1 cm.) aplanados de sílex, de color negro, pero no aptos para la talla.



Fig. 120. Enclaves silíceos recuperados en las calizas Sannoisienses de Granoia. El tamaño de las silicificaciones hace inviable su explotación. (Foto del autor)

La documentación de este tipo de materiales nos resulta interesante. Creemos que un trabajo preciso nos permite, no sólo establecer las fuentes de sílex utilizables por parte de los grupos humanos, sino también crear un registro de tipo “litoteca de referencia”, de los afloramientos de materiales silíceos en Cataluña.

Los trabajos de esta segunda campaña se centraron finalmente en la posible localización de puntos de captación secundarios, fruto de las posibles acumulaciones producidas por el desmantelamiento erosivo y posterior transporte por las corrientes fluviales. En este sentido fueron prospectadas diversas rieras y tramos fluviales (T.0 y T.3 del río Tenes, Torrente del Quirze y Can Mas de Dalt en Bigues) (Riera Garga, Puig del Prat y Turó de Solanes en Sant Feliu de Codines). En todos estos lugares los resultados obtenidos resultaron negativos.

4.3.5.2.4.- Creación de un proyecto de prospección en la comarca del Vallés Oriental.

En 1999, conjuntamente con el Sr. J. Casas, del Museo de Granollers, entramos en contacto con el Sr. J. Bertrán, geólogo que conoce ampliamente el territorio que nosotros estábamos prospeccionando. Dado el interés que nos suscitaron nuestros distintos campos de estudio emprendimos una colaboración. Nuestra finalidad era establecer paulatinamente el mapa de afloramientos de materiales pétreos, susceptibles de haber sido explotados por las comunidades prehistóricas de la comarca. Como consecuencia de la recopilación de nuevas informaciones sobre la aparición de sílex (Estrada, 1980) hemos ido realizando distintas salidas de campo que expondremos a continuación.

6.- El "Coll de can Tripeta"

Con motivo de la recuperación de un fragmento de nódulo, incluido en su roca-caja, en el lugar conocido como "Coll de can Tripeta" por parte del Sr. Casas, decidimos, conjuntamente con el Dr. Nadal, realizar una salida a dicho lugar para comprobar el contexto del hallazgo, ya que el nuevo nódulo mostraba unas características macroscópicas idénticas a las del nódulo GTQ1, que en 1998 habíamos recuperado en la desembocadura del Torrent del Quirze y del que ya hemos hablado anteriormente.

Los resultados obtenidos fueron altamente positivos, recuperando numerosos fragmentos de nódulos en un área de extensión relativamente reducida. Debemos valorar el hallazgo como muy importante, por la cantidad de material recuperado, y por el desconocimiento que se tenía del mismo en la bibliografía geológica.



Fig. 121. Nódulo recuperado en el coll de Can Tripeta (foto Jordi Nadal).

Además la accesibilidad para los grupos prehistóricos era evidente, ya que por un lado, los materiales silíceos se encuentran desligados, en su mayoría, de cualquier encajante, y por otro lado, la vertiente prospectada es drenada por una red de torrentes tributarios del río Tenes, por tanto, la captación habría podido realizarse en un lugar de deposición secundaria, como ya indicaba el canto rodado, recuperado en 1998, en el Torrent del Quirze.

Los materiales silíceos recuperados se mostraban macroscópicamente bastante homogéneos, a menudo presentaban un aspecto ferruginoso del córtex. En su mayoría se correspondían al tipo Top que ya habíamos individualizado en el yacimiento. También documentamos en el mismo lugar algunos elementos idénticos a los de Can Rovira del Brull -tipo SB-, que distaría en línea recta unos 60 Km.

Uno de estos nódulos estaba contenido en un conglomerado. Este hecho nos planteó ciertos problemas interpretativos desde el punto de vista geológico. A nosotros nos parecía que los materiales recuperados se situaban en el Muschelkalk II, ya que el lugar está constituido claramente por sedimentos rojizos arenítico-arcillosos. Sin embargo, nos estábamos equivocando, ahora sabemos que podemos adscribir estos materiales al Paleoceno (Terciario) (comunicación personal de Jordi Bertrán). Interpretamos estos sílex como materiales en posición secundaria; es decir, los sílex fueron aportados a estos niveles paleocenos, conjuntamente con las otras litologías (cuarzo, granito y otros materiales) que constituyen dichos niveles

7.- El "Camí de can Pollancre"

En la otra vertiente del "coll" localizamos también sílex. En este caso se trataba de sílex fuertemente patinado, incluido en las dolomías del Muschelkalk inferior. El lugar que hemos denominado "Camí de can Pollancre", presentaba una cantidad muy escasa de sílex, fuertemente fracturado y alterado, que creemos hacía inviable su explotación.



Fig. 122. Sílex en posición primaria de "Camí de Can Pollancre" en el estrato dolomítico original.

Muestra claras evidencias de alteración (foto Jordi Nadal)

8.- El "Torrent de la Frau"

El último punto prospectado por el momento fue el Torrent de la Frau (El Montanyà). En la cabecera del torrente afloran las dolomías micríticas masivas y monótonas con sílex de la unidad Coldejou, que constituye el techo del Muschelkalk inferior. En este lugar pudimos reseguir un nivel de dolomías con abundantes nódulos de sílex estratificados en posición primaria. Los materiales presentaban las características formas concéntricas ("ágatas bandeada"), que ya habíamos identificado en los materiales de otros afloramientos en posición secundaria (Can Rovira del Brull). Sin embargo, los materiales en posición primaria presentaban un aspecto patinado, debido, probablemente, a las condiciones de su exposición a la intemperie. La cantidad de materia prima era excepcional, aunque también lo era la dureza de la roca-encajante.

De este modo consideramos que los materiales silíceos en posición secundaria, que hemos denominado "sílex terciario", corresponden a nódulos de la unidad Coldejou erosionados de su encajante dolomítico, e incluidos en las formaciones detríticas terciarias paleocenas. Para intentar confirmar esta hipótesis pensamos que la caracterización petrográfica de estos materiales nos proporcionaría elementos que vincularían su formación a depósitos de llanuras mareales poco profundas, restringidas e hipersalinas, de tipo *sebkha*.

4.3.5.2.5.- Conclusión de las prospecciones.

Queremos destacar que el trabajo de prospección nos ha permitido establecer claramente el contexto geológico de los distintos afloramientos documentados. Así todos los materiales documentados pertenecen al Muschelkalk inferior, si bien se encuentran en posiciones estratigráficas diferentes. Por un lado, hemos documentado los materiales en posición primaria de la unidad Coldejou (Torrent de la Frau), así como otros tramos del Muschelkalk inferior con sílex (Figaró-Montmany, etc...), aunque su escasa importancia, ha hecho que no aparezcan reflejados en la cartografía geológica. Por otro lado, hemos podido establecer correctamente el contexto geológico original de los materiales documentados en posición secundaria (Can Rovira del Brull, y Coll de Can Tripeta).

Como resultado del trabajo llevado a cabo hasta este momento, pensamos que se perfila ya una cierta geografía de cuales podrían ser las áreas de aprovisionamiento de materiales silíceos, de los grupos de cazadores epipaleolíticos que ocuparon el yacimiento. Por un lado, un enclave con la riqueza de materiales de Can Rovira del Brull, tal vez no pasó desapercibido para aquellas comunidades humanas. De hecho, como ya hemos indicado precedentemente, una simple aproximación macroscópica -sílex SB-, ya nos permite evidenciar de forma positiva una posible relación entre este afloramiento geológico y el yacimiento.

Por otro lado, la localización de las muestras de sílex de los tipos SB y Top, recuperados en las laderas del "Coll de can Tripeta", que alcanzan el río Tenes, nos perfila un territorio de captación de materiales jerarquizado por este río y sus torrentes

subsidiarios. Si bien se han localizado los afloramientos primarios de estos materiales (Torrent de la Frau), creemos poco factible su explotación por parte de los ocupantes de la Balma. Es desde este punto de vista que consideramos que, los ocupantes de la Balma del Gai debían integrar en sus desplazamientos de aprovisionamiento este sector geográfico con materiales en posición secundaria.

Finalmente, en lo que concierne al resto de afloramientos documentados todos del Muschelkalk inferior, la rareza del sílex, su escasa calidad y la dureza de la roca-caja que lo contiene, nos hace suponer que estos materiales fueron recuperados en puntos de aprovisionamiento secundario, y en cualquier caso, su explotación fue menor que en los casos anteriormente mencionados. Una mención especial debe hacerse en relación con el “Torrent de la Frau”, también con materiales del Muschelkalk inferior. En este caso, la falta de explotación de la materia prima de dicho afloramiento no se justificaría por su escasez, o por su poca calidad; a nuestro entender, el recurso a unas fuentes de aprovisionamiento secundario más fáciles de obtener, así como las propias características de la industria lítica a confeccionar, justifica la no utilización de dichos materiales, aunque ello no presuponga el desconocimiento del afloramiento.

4.3.5.2.6.- La localización de otras materias primas.

En lo referente a las otras materias primas documentadas en el yacimiento (caliza, cuarzo), estas no presentan, salvo el cuarzo hialino y el jaspe, ningún problema de localización en el paisaje de los alrededores, más o menos inmediatos, del yacimiento. En estos lugares, tanto el cuarzo como la caliza, aparecen abundantemente bajo forma de cantos rodados. Estos cantos los hemos recuperado entre las litologías de los conglomerados dominantes en el relieve del área de estudio, y a lo largo de los diferentes cursos fluviales prospectados a la búsqueda de sílex (rieras del Gai, de Gallifa, de Collsuspina y río Congost).

Las calizas, por ser parte integrante principal del sustrato geológico local no han sido analizadas en este trabajo.

Por lo que se refiere al cuarzo este ha sido computado, aunque no ha sido considerado más que en el primer análisis macroscópico. El total de evidencias de cuarzo

recuperadas asciende a 136, que representan el 15,5% del total de evidencias analizadas. Se trata fundamentalmente de cuarzo blanco (14,9%).

Litologías de la industria lítica de la Balma del Gai

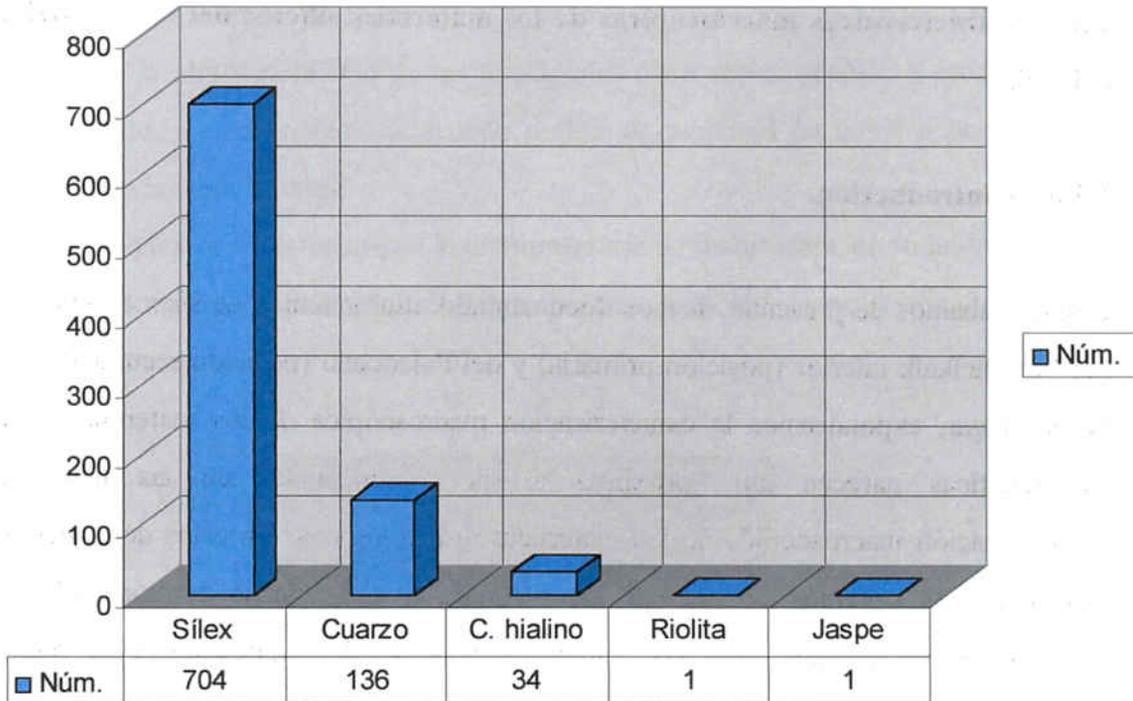


Fig. 123. Representación en número de efectivos de las distintas litologías documentadas en la industria lítica de la Balma del Gai.

El cuarzo hialino se documenta en menor proporción (3.9%), del cual sólo tres elementos aparecieron retocados (2 raspadores y una laminilla de dorso rebajado). Sin embargo, aparecen elementos de todo el proceso de explotación de dicha materia lítica, desde elementos corticales hasta fragmentos de núcleo. La talla se lleva a cabo a partir de la explotación longitudinal del eje máximo de megacristales de cuarzo hialino de longitud centimétrica, no rodados, dadas las aristas observadas en varios de los soportes obtenidos.

Por lo que respecta al cuarzo blanco, no hemos podido observar ningún sistema de explotación determinado. Apenas hemos recuperado algún núcleo poligonal, que nos indica procesos de talla oportunista, sin ningún tipo de configuración previa de la materia prima, y encaminados exclusivamente a la obtención de lascas. Carácter de explotación francamente común de esta litología, a lo largo de la Prehistoria. Sólo el

aspecto rodado de la mayoría de superficies corticales documentadas, nos podría estar indicando una captación fluvial para dicho recurso, aunque su recuperación en los conglomerados del área del yacimiento no puede tampoco ser desatendida.

4.3.6.- Características macroscópicas de los materiales silíceos del n. I de Balma del Gai.

4.3.6.1.- Introducción.

Como acabamos de presentar, hemos documentado afloramientos de sílex en los pisos del Muschelkalk inferior (posición primaria) y del Paleoceno (posición secundaria). En primer lugar, expondremos la caracterización macroscópica de los materiales cuyas características parecen muy próximas a las documentadas en las fichas de caracterización macroscópica de los materiales arqueológicos. En estas descripciones macroscópicas optamos por definir los distintos tipos a partir de nomenclaturas descriptivas, que permitieran a los propios excavadores del yacimiento poder retener con más facilidad la nomenclatura por nosotros propuesta. De este modo, definimos tipos y subtipos a partir de elementos descriptivos tales como "grano de arena", "estructura bandeada", "tipo opalino", "sílex azoico", "tipo oolítico" o "romboedros y gasterópodos".

A.- Tipo "Grano de arena". Las muestras recuperadas en Can Rovira del Brull y en "Coll de Can Tripeta" presentan las mismas características macroscópicas, que la mayoría de los materiales recuperados en el yacimiento.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Gr. Arena	Rojizo	Moteada	Translúcido	No	34,13%	Rodado
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Lisa	Fino	Alta	OFe. Carbonato	Sí	Foraminíferos y espículas	

Fig. 124. Caracterización macroscópica del tipo de sílex Gr. Arena del n. I de la Balma del Gai.

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

El total de materiales adscritos macroscópicamente a este tipo ha sido de 167. Estos sílex los hemos denominado en nuestra ficha de análisis macroscópico "grano de arena", por la gran cantidad de partículas, que a simple vista, parecen contener. Por regla general, se trata de un sílex rojizo, aunque la gama cromática que comprende este tipo es muy amplia, y abarca desde el rojo y el rosado hasta el gris, el pardo, e incluso el negro. Dada la alta variabilidad de las tonalidades observables, incluso a escala de un mismo nódulo, no nos pareció adecuado definir un standard de color a partir de la utilización de la tabla Munsell.

Este tipo de sílex se caracteriza por la omnipresencia de inclusiones, en todos los restos analizados, de gránulos de óxidos de hierro y otras partículas ferruginosas de aspecto fibroso (¿hematites?).



Fig. 125. Óxidos de hierro vistos con lupa binocular en una de las muestras del tipo "grano de arena". Se observan también posibles crecimientos esferulíticos de cuarzo fibroso (foto del autor).

Al mismo tiempo se pueden observar restos carbonatados que parecen responder a "micrita". En otros casos se observan posibles morfologías lenticulares de tipo cristalino que podrían corresponderse con cristales de yeso.

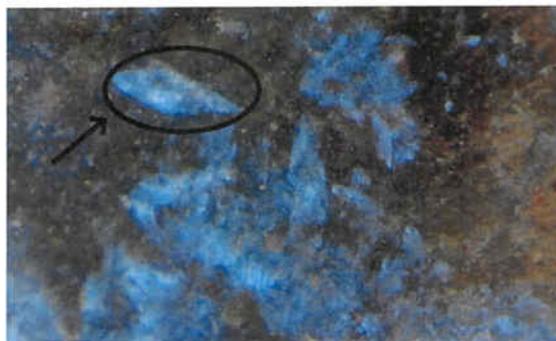


Fig. 126. Cristal “lenticular” observado con la lupa binocular en una muestra del tipo “grano de arena” (foto del autor).

También abundan las texturas de sílice fibrosa (calcedonia), a menudo de aspecto esferulítico y teñidas por óxidos de hierro.

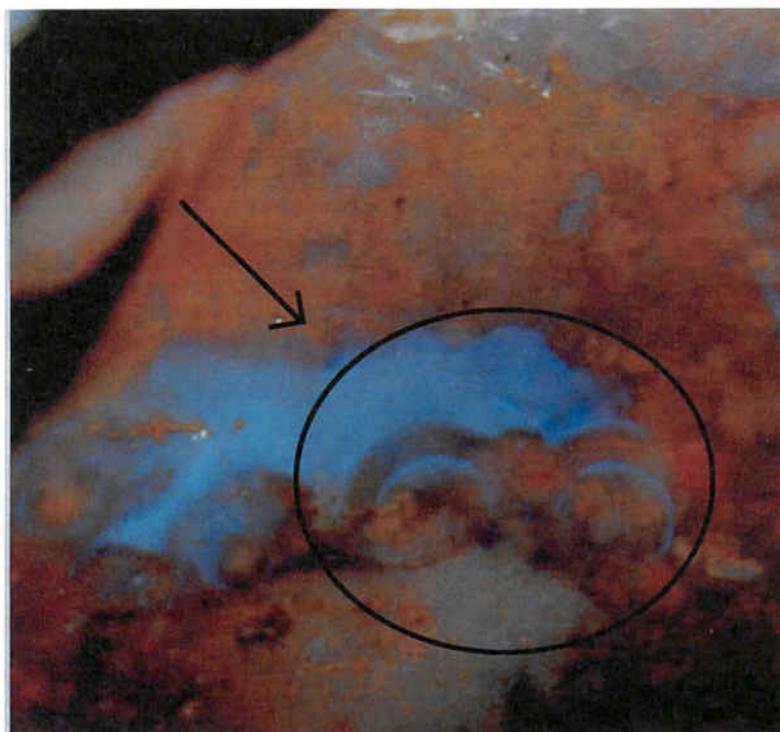


Fig. 127. Crecimientos esferulíticos botroidales observados macroscópicamente en una muestra del tipo “grano de arena” (foto del autor).

Finalmente, hemos podido observar la presencia de posibles restos silicificados de elementos aciculares, que pensamos pueden relacionarse con fragmentos espiculares de esponjas silíceas, de las que se puede observar el canal central.

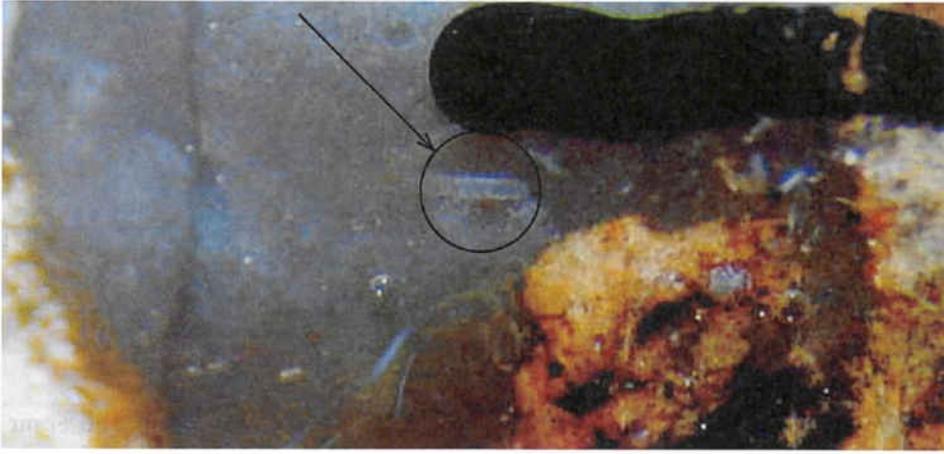


Fig. 128. Posible resto acicular de esponja silícea observado con la lupa binocular, en el tipo “grano de arena” (foto del autor).

Sólo en algunos casos hemos podido reconocer alguna morfología bioclástica, muy pequeña, que podría ser debida a la presencia de foraminíferos.

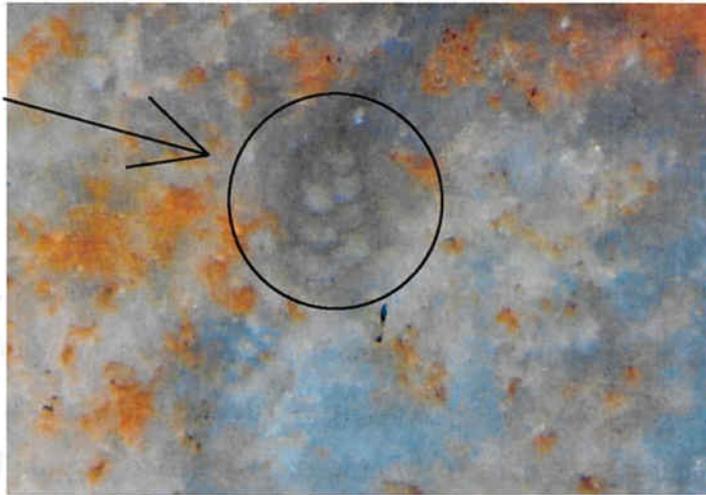


Fig. 129. Resto de foraminífero observado macroscópicamente entre las muestras del tipo “grano de arena” (foto del autor).

Las muestras geológicas nos han servido para evidenciar, aún más, la presencia de diversas variantes macroscópicas, tanto a escala de los propios nódulos, como de la formación en que estos afloran (p.ej. "Coll de Can Tripeta"), ya que la prospección nos ha proporcionado muestras de aspecto muy variado, que hemos individualizado como subtipos del genérico "grano de arena", y que hemos denominado SB "estructura bandeada" y Top "tipo opalino".

B.- El subtipo "estructura bandeada" (SB)

Este subtipo muestra un total de 110 efectivos (12.5% del total de restos analizados) y se caracteriza por una escasa presencia de óxidos de hierro.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
SB	Grisáceo	Bandeada	Translúcido	No	38,73%	Rodado
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Lisa	Fina	Alta	Carbonato	No	Anillos de Liesegang	

Fig. 130. Caracterización macroscópica del tipo de sílex SB del n. I de la Balma del Gai.

El verdadero elemento caracterizador del mismo es su aspecto claramente bandeado, debido a su estructura constituida por anillos de Liesegang. La presencia de dichos anillos nos está indicando un proceso de silicificación por etapas, a partir de aportes sucesivos de sílice separados por películas de fangos micríticos. Se trata, por lo general, de un material con distribución del color bandeada, de color grisáceo y franjas blanquecinas, (conocido popularmente en la zona como ágata bandeada). El porcentaje de corticalidad de este subtipo se muestra elevada, hecho que nos indica que todo su proceso de manufactura se realizó en el yacimiento. Es un sílex translúcido. Sus superficies bulbares lisas y su tamaño de grano fino le confieren una aptitud para la talla elevada. El total de elementos retocados analizados de este subtipo asciende a 24, entre los que cabe destacar la presencia mayoritaria de los raspadores y de los núcleos (en total 16). Los núcleos son mayoritariamente de morfología poligonal, destinados a la obtención de lascas, mientras que el número de formas prismáticas o piramidales es mucho menor (apenas 3). Hemos individualizado también 5 elementos de dorso sobre este subtipo.

C.- El subtipo "Tipo opalino" (Top).

Por lo que respecta al subtipo "Top", éste presenta un total de 111 evidencias (12,6% del total de materiales analizados) y se caracteriza por una calidad muy alta, debido a su grano fino y a que todas las inclusiones son de tamaño muy pequeño, tanto los óxidos

de hierro, mayoritariamente amarillentos (¿limonita?), como los elementos aciculares, o los gránulos de carbonato original.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Top	10YR 4/4	Lisa	Opaco	No	35,13%	Rodado
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy lisa	Muy fina	Muy alta	OFe Carbonato	No	Lustre de cera <i>Dark yellowish brown</i>	

Fig. 131. Caracterización macroscópica del tipo de sílex Top del n.I de la Balma del Gai.

Pensamos que esta puede ser la razón que explique una explotación más intensa de esta materia, dado que el número de retocados asciende a 45 (40,5% del subtipo). Destacan especialmente los raspadores, con 22 efectivos, y los elementos de dorso rebajado con un total de 13 tipos primarios. Hemos individualizado también 4 núcleos de este material, dos poligonales y el resto prismático-piramidales.

Los aspectos tan distintos de ambos subtipos no enmascaran, sin embargo, los mismos constituyentes del grupo general "grano de arena", así pues, los hemos mantenido separados aunque somos conscientes de que el origen geológico es el mismo.

D.- El "sílex azoico" (A).

Entre los materiales del yacimiento hemos individualizado un tipo de sílex que hemos denominado "azoico", dada la falta de elementos de caracterización observables mediante la lupa binocular.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Azoico	Grisáceo	Lisa	Translúcido	No	20,33%	Rodado
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Rugosa	Medio	Media/baja	OFe Carbonato	No	Textura homogénea Muy fisurado	

Fig. 132. Caracterización macroscópica del tipo de sílex "Azoico" del n. I de la Balma del Gai.

Las similitudes macroscópicas observadas entre los restos líticos recuperados en el yacimiento, y las muestras recuperadas en algunos puntos de los estratos del Muschelkalk inferior, nos inclinan a considerar que la zona de origen de este tipo se encontraría en este nivel geológico. Se trata de un sílex homogéneo (fundamentalmente de color gris), en el que apenas se documentan inclusiones visibles a escala macroscópica (azoico). Es un material silíceo de poca calidad, ya que se encuentra repleto de fisuras. La extrema dureza de la roca-caja que lo contiene, dolomías de grano fino, nos hace suponer que estos materiales fueron recuperados en puntos de aprovisionamiento secundario (terrazas fluviales y derrubios de vertiente), y en cualquier caso, su explotación fue mucho menor que en los casos anteriormente mencionados. El total de restos incluidos en este tipo asciende a 59 (6,7% del total de materiales analizados), creemos que merece destacarse, entre los restos retocados, la importancia alcanzada por los elementos de dorso rebajado (6 en total) que constituyen la mitad del total de retocados en este tipo de material. El resto de retocados está constituido por tres raspadores, un microburil y un núcleo piramidal. Creemos que este predominio puede ser fruto de las características del propio material, duro y homogéneo. El escaso índice de corticalidad documentado sobre este tipo de material (12 restos sobre 59), nos lleva a pensar que se explotaron las partes más internas, y por ello tal vez, menos alteradas de este material silíceo.

E.- El "tipo oolítico" (OOL).

Una cuarta variante de sílex documentada ha sido denominada "tipo oolítico", por la observación macroscópica de una textura de oolitos carbonatados.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Oolítico	Versicolor	Moteada	Opaco	No	23,52%	Rodado
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Lisa	Fino/medio	Alta/media	Oolitos OFe	No		

Fig. 133. Caracterización macroscópica del tipo de sílex "oolítico" del n. I de la Balma del Gai.

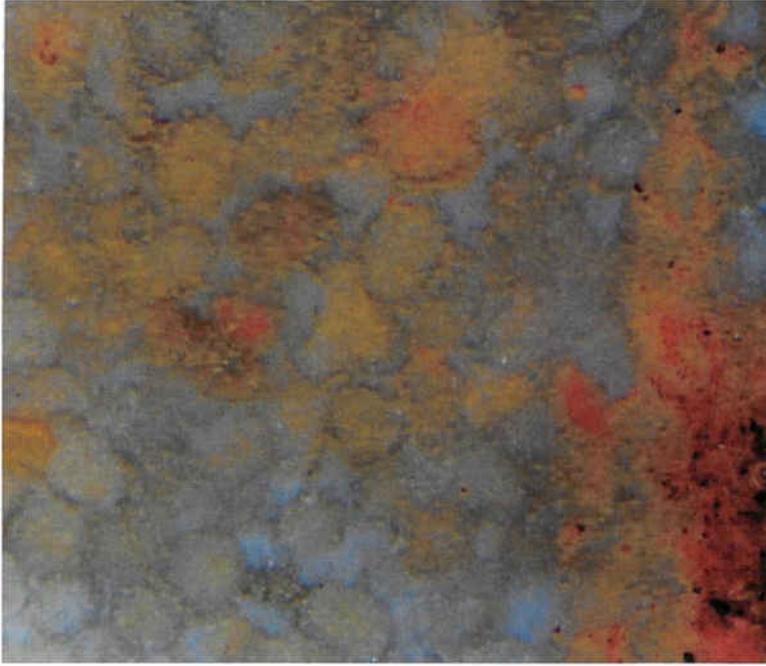


Fig. 134. Textura oolítica observada macroscópicamente entre los materiales arqueológicos analizados del n. I de Balma del Gai (foto del autor).

Esta textura nos ha planteado un nuevo problema, ya que a pesar de su aspecto francamente diferente del resto de materiales, hemos observado muestras en las que la textura oolítica convive con las características de otros subtipos definidos (SB y Top)



Fig. 135. Textura oolítica observada macroscópicamente entre los materiales del n. I de la Balma del Gai. Sus oolitos “conviven” con las características propias de otros subtipos (foto del autor).

Este material no ha sido todavía recuperado en prospección. Las evidencias arqueológicas que poseemos muestran partes de toda la Cadena Operativa Lítica. El número de efectivos es francamente bajo, sólo 17 (1,9% del total de materiales analizados), a pesar de ello, se han recuperado tanto piezas con córtex calizo (CT y CD), como un núcleo poligonal y cinco tipos primarios, fundamentalmente raspadores. Este hecho nos inclina a pensar que no estamos ante útiles importados desde largas distancias. Sin embargo, la poca entidad numérica de dicho material nos hace sospechar que su introducción, dentro del registro lítico, fue fruto de una acción puntual, o puramente accidental. De todos modos, la insignificancia del número de restos nos obliga a dar un valor relativo a cualquier aproximación a este material.

F.- El tipo "romboedros y gasterópodos"(ROG).

Hasta el momento hemos expuesto los materiales silíceos a los que hemos podido atribuir, al menos macroscópicamente, un origen geológico o geográfico concreto. Por un lado, el tipo "grano de arena" y sus subtipos "SB", "Top", y probablemente "OOL" se encuentran en posición secundaria en las arcillas del Paleoceno (Terciario). Por otro lado, el tipo "A" se ha documentado en posición primaria en algunos tramos del Muschelkalk inferior. Contamos, sin embargo, en el registro lítico con otros materiales, cuyo origen aún desconocemos.

En este apartado queremos destacar la presencia de un *unicum*. Se trata de un núcleo poligonal sobre un tipo particular de sílex, que hemos denominado "romboedros y gasterópodos" (ROG), individualizado a partir de la observación, a simple vista, tanto de porosidad por disolución de cristales romboédricos, como por la silicificación de mesofósiles, y más concretamente gasterópodos.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
ROG	Grisáceo	Lisa	Translúcido	No	No	-
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Lisa/rugosa	Medio	Media	Pseudomorfos Gasterópodos	Sí	UNICUM	

Fig. 136. Caracterización macroscópica del tipo de sílex ROG del n. 1 de la Balma del Gai.



Fig. 137. Pseudomorfo de cristal romboédrico disuelto, observado con la lupa binocular. Tipo “ROG.”
Del n. I de la Balma del Gai (foto del autor).



Fig. 138. Sección de gasterópodo completamente silicificado, observado con la lupa binocular. Tipo
“ROG.” Del n. I de la Balma del Gai (foto del autor).

Dado el carácter de la industria lítica analizada, que como hemos indicado anteriormente, no comprende el total de la misma, creemos que la presencia de esta pieza debe considerarse, por el momento, como puramente fenomenológica, a la espera del análisis del total de la industria, que se llevará a cabo una vez finalizada la excavación del yacimiento.

G.- La presencia de otros materiales.

Finalmente, querríamos mencionar un pequeño conjunto de restos, susceptibles de haber sido introducidos en el yacimiento, como consecuencia del intercambio con otros grupos. Nos encontramos ante posibles bienes importados, tal vez “de prestigio”, de los que únicamente se ha documentado la propia pieza, sin ningún elemento del proceso productivo de la misma, que nos pueda indicar su fabricación en el asentamiento. En los cuatro casos documentados, se trata de piezas retocadas: un raspador sobre lámina de jaspe, un raspador sobre sílex de algas carofíceas, un buril sobre lámina de sílex translúcido y una raedera sobre riolita.

Los cuatro tipos de materia prima son, por el momento, desconocidos en el área de estudio prospectada. Las únicas referencias con que contamos se refieren, por un lado, al raspador de carofíceas, ya que este tipo de sílex lo hemos documentado en el Sannoisiense de la “Serra Llarga” en la Noguera (Mangado, 1998 a y b), en las calizas del Cuisiense inferior de la cabecera del río Llobregat en Berga (Terradas, 1995) y en las calizas del Rosellón (Gregoire, 2000).

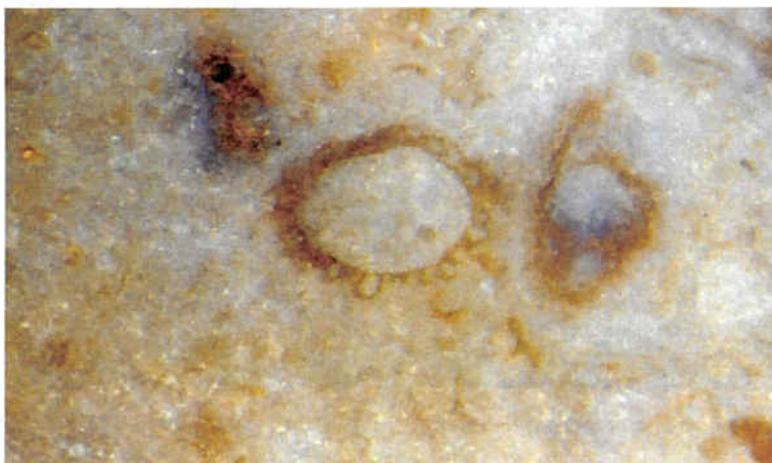


Fig. 139. Sección transversal de tallo de alga carofícea, observado con la lupa binocular en un raspador del n. I de la Balma del Gai (foto del autor).

Por otro lado, la riolita documentada presenta las mismas características petrográficas que las riolitas del afloramiento de Creixens en el Bergadà. Por este motivo, consideramos que ambos materiales pueden proceder de dicho entorno geográfico prepirenaico, organizado alrededor del cauce del río Llobregat. Sin embargo, no poseemos ninguna evidencia clara que nos permita asegurarlo.

Sobre la presencia del raspador de jaspe no podemos apuntar ningún origen, ya que los jaspes documentados en el "Morrot" de Montjuic (Barcelona) no presentan ninguna similitud macroscópica con nuestra pieza.



Fig. 140. Raspador sobre lámina de jaspe recuperado durante la excavación del n. I de la Balma del Gai (foto del autor).

La caracterización de estos materiales silíceos esperamos que sea llevada a cabo con posterioridad a esta tesis doctoral, ya que la presencia de jaspes - aunque de manera minoritaria- en la mayoría de yacimientos epipaleolíticos de las comarcas de centrales catalanas (Cova de la Guineu, Balma de Griera, Roc del Migdia...) es una realidad que merecería ser investigada.

4.3.7.- Características microscópicas de los materiales silíceos del n. I de Balma del Gai.

4.3.7.1.-El conjunto estudiado petrográficamente.

El conjunto de láminas delgadas estudiado fue de 22. Éste se elaboró en el *Servei de Làmina Prima* de la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona. Las láminas se confeccionaron a partir de los distintos tipos de materiales recuperados durante las prospecciones del territorio (que identificamos con las siglas MGLP y sus números de referencia) y materiales procedentes del nivel arqueológico (identificados con las siglas

MALP y sus identificaciones de referencia). La selección de las muestras, en especial las arqueológicas, siguió criterios precisos, dado que la petrografía es una técnica de caracterización destructiva.

El primer parámetro que guió nuestra selección fue la exclusión de todos los tipos primarios. Esta premisa, sin embargo, no fue respetada en dos casos, debido a la excepcionalidad de los materiales a caracterizar. Así acordamos con los directores de la excavación "sacrificar" el núcleo poligonal del tipo que habíamos definido como ROG y la raedera del material que por entonces intuíamos como riolita, aunque no contábamos con ninguna certeza.

Por otro lado, también tuvimos en cuenta otras limitaciones de tipo técnico, ya que la realización de una lámina delgada requiere de una superficie de análisis horizontal, y la curvatura propia de la mayoría de los restos líticos tallados, debido a la fractura concoidal del sílex, no favorece la consecución de una superficie de análisis de estas características. Esta premisa fue fundamental, ya que limitaba la posible selección, pues en la Balma del Gai nos encontrábamos, como hemos visto anteriormente, ante conjuntos microlíticos, en los cuales no resultaba fácil obtener una superficie de análisis suficiente. El problema se resolvió, de forma parcial, mediante la inclusión de los soportes a analizar en resinas sintéticas.

En primer lugar procederemos a la caracterización de las distintas muestras recuperadas durante las prospecciones de campo.

IDENTIFICACIÓN DE LA LÁMINA	TIPO DE MATERIA PRIMA
MGLP CRDB 1	SÍLEX "TERCIARIO"
MGLP CRDB 2	SÍLEX "TERCIARIO"
MGLP CRDB 11	SÍLEX "TERCIARIO"
MGLP TQ 1	SÍLEX "TERCIARIO"
MGLP F.M 01	SÍLEX MUSCHELKALK
MGLP F.M 02	SÍLEX MUSCHELKALK
MGLP C'N OLLER 01	SÍLEX MUSCHELKALK
MGLP C'N OLLER 02	SÍLEX MUSCHELKALK

4.3.7.2.- Caracteres microscópicos del sílex "terciario".

Mq	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	fs	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	Idn	T.Si
2%	85%	85%	3%	-	-	?	8%	-	2%	-	-	CRDB1	SB
10%	-	80%	-	10%	-	-	8%	-	2%	-	Sí	CRDB2	SB
10%	-	60%	10%	Tes	-	-	5%	-	15%	-	-	CRDB11	SB
-	-	85%	5%	-	-	?	8%	-	2%	-	Sí	GTQ1	Top

Fig.141. Caracterización microscópica de las láminas delgadas del sílex "terciario".

De la observación de la figura 141 podemos extraer algunos elementos que nos pueden ser útiles para caracterizar estos sílex.

Los componentes silíceos representan entre el 80% y el 90 % de la muestra. Observamos la presencia testimonial de pequeños mosaicos, repartidos aleatoriamente por la lámina, de megacuarczo isométrico de hábito *blocky*, con cristales a menudo de extinción ondulante. El tamaño de los cristales es variado, oscila entre 85 y 150 μm , dado que los más grandes se encuentran hacia el centro de los mosaicos, mientras que los de menor tamaño se sitúan en el área periférica del mismo.

La textura silícea principal la constituye el mosaico de criptocuarczo, a veces tendente a microcuarczo (CRDB 1) (Fig.142).

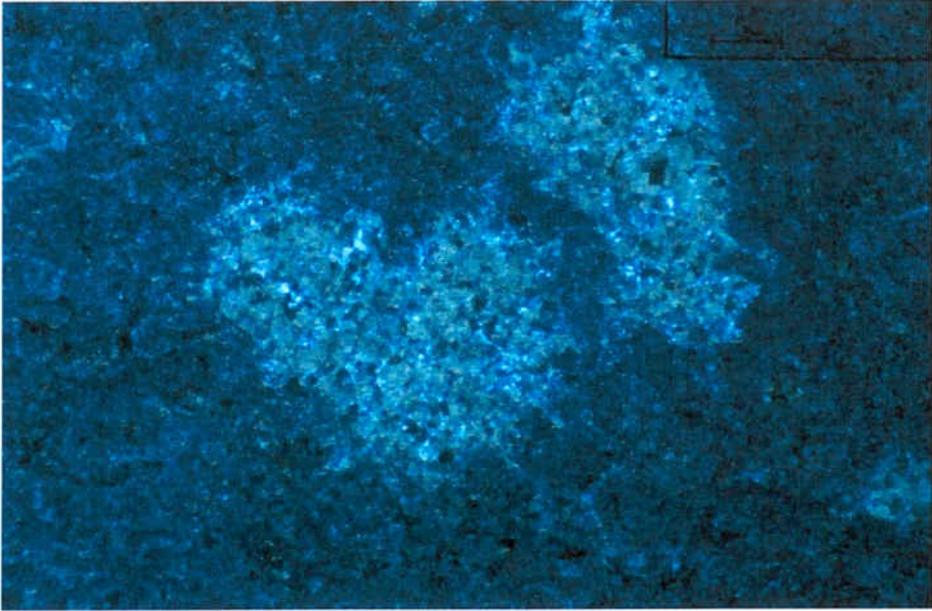


Fig. 142. Textura micro-criptocristalina. MGLP CRDB1. NC. (foto del autor).

El cuarzo fibroso tiene una presencia mucho menor que sólo alcanza el 10% en CRDB 11 (Fig. 143).

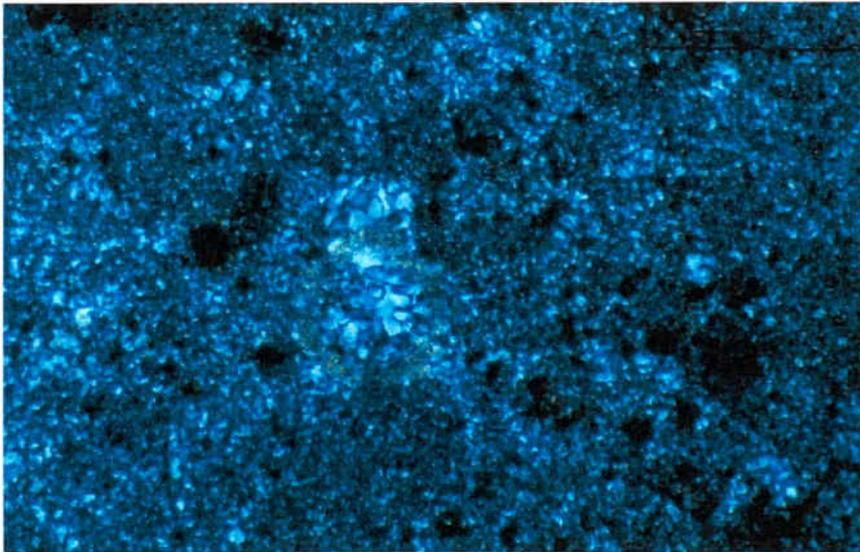


Fig. 143. Estructura con calcedonia. MALP CRDB 11. NC (foto del autor).

Su disposición en la lámina suele ser aleatoria, respondiendo generalmente a un cemento de relleno de porosidad de primera generación de tipo *rim*. La morfología que aparece más representada es la botroidal, en forma de asociaciones de abanicos de fibras enfrentadas, que confieren a la textura un falso aspecto esferulítico. Por lo que se refiere a la mineralogía de la sílice fibrosa, documentamos exclusivamente calcedonia de elongación negativa (*length-fast* o calcedonita) en dos de las muestras analizadas

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

(CRDB 1 y GTQ1), mientras que la calcedonia de elongación positiva (*length-slow*, propia de ambientes de sustitución evaporíticos) aparece en CRDB 2, y la convivencia de las dos variedades de calcedonia la documentamos en CRDB 11.

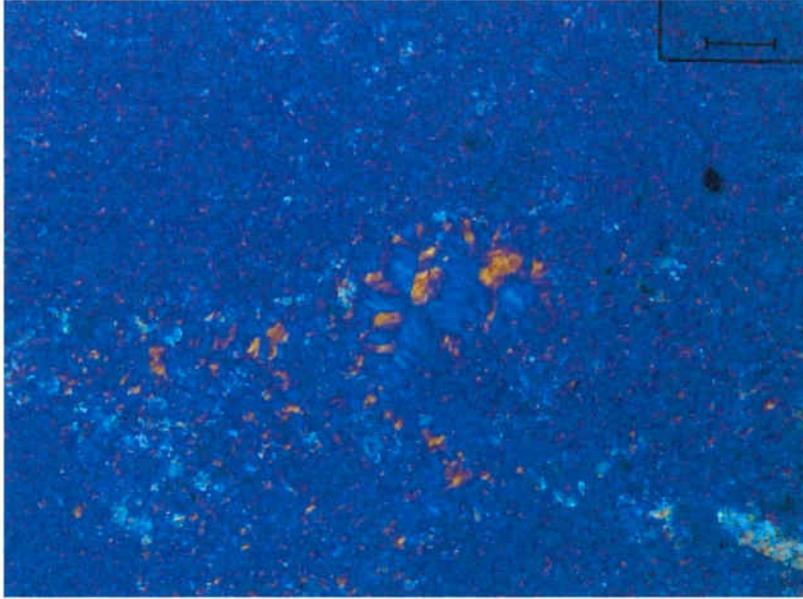


Fig. 144. Calcedonia length-fast. MGLP GTQ1. NC y comp. (foto del autor).

No se han documentado ni fases opalinas ni elementos bioclásticos de origen silíceo en ninguna de las muestras.

Por lo que respecta a los componentes no silíceos, estos son relativamente abundantes, entorno al 10%, excepto en CRDB 11 donde alcanzan el 20%, como consecuencia de un elevado porcentaje de óxidos de hierro (15%) concentrados en una franja de orden centimétrico de la muestra, visible a simple vista.

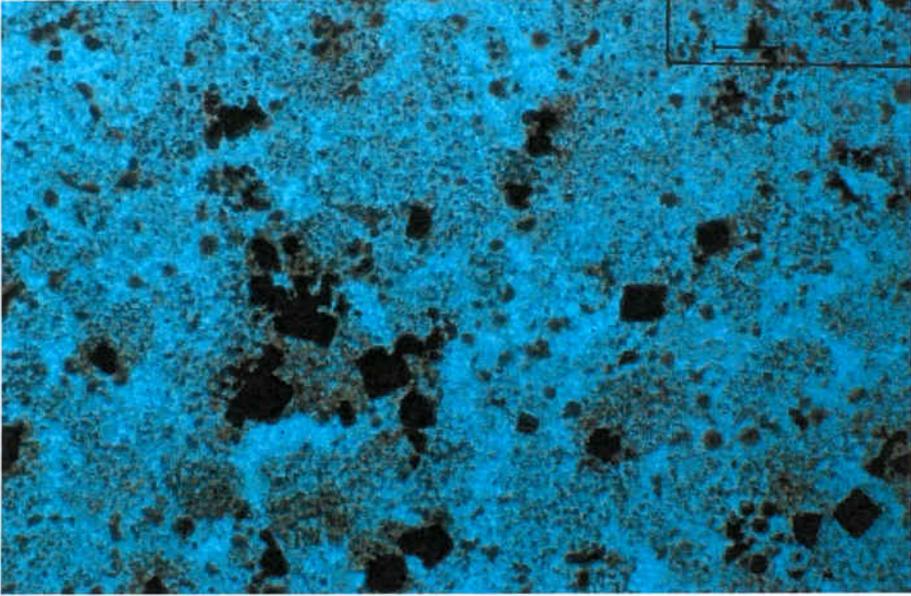


Fig. 145. Plaquetas de hematites. MGLP CRDB 11. LP. (foto del autor).

El resto de componentes no silíceos está constituido principalmente por carbonato original, fundamentalmente en forma de fangos micríticos fuertemente alterados, aunque también hemos documentado formas romboédricas de calcita/dolomita en CRDB 1 y CRDB 2. Tanto en estas muestras, como en CRDB 11, se puede observar una ordenación estructurada en bandas concéntricas de tipo anillos Liesegang.

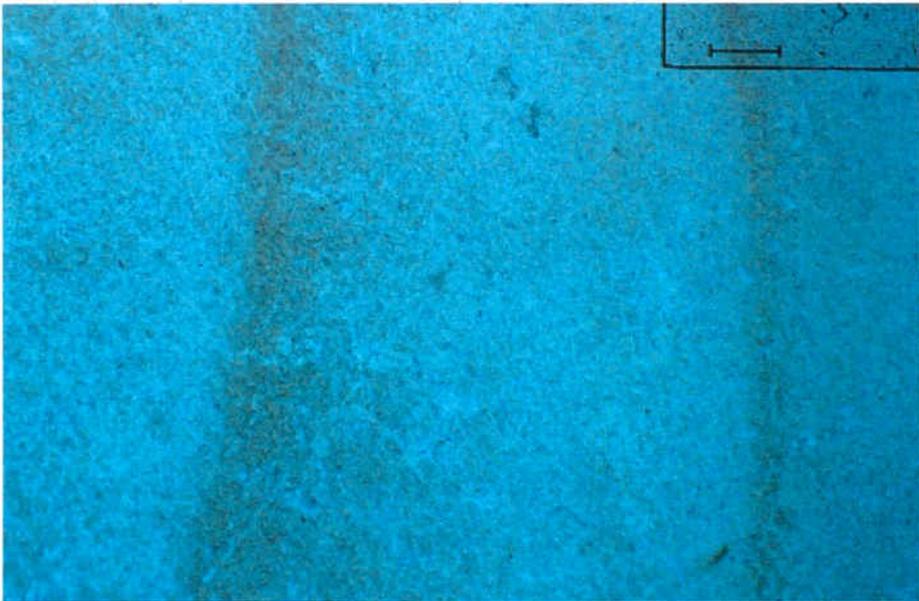


Fig. 146. Estructura de anillos Liesegang. MGLP CRDB 1. LP. (foto del autor)

Sólo hemos observado un resto carbonatado de una posible estructura de origen orgánico (Fig. 147).

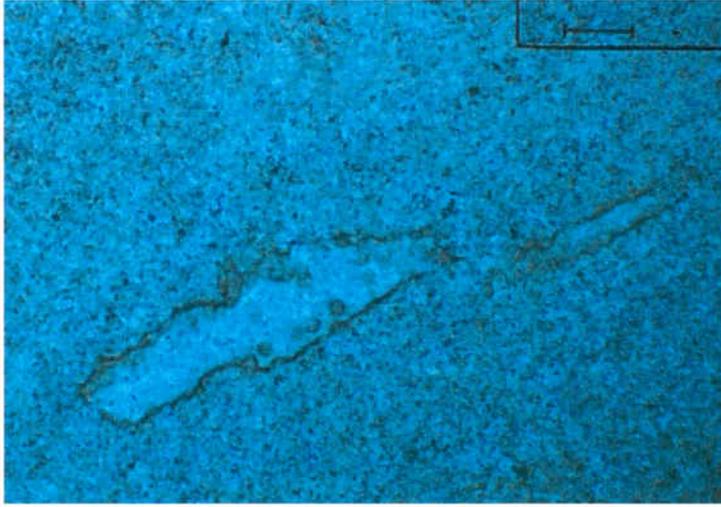


Fig. 147. Posible estructura de origen orgánico. MGLP CRDB 2. LP. (foto del autor)

Finalmente debemos mencionar la presencia de terrígenos, granos de cuarzo de morfología subredondeada en posición cortical en las muestras GTQ 1 y CRDB 2, así como leves evidencias de porosidad, relacionada con las fisuras, que se observan a nivel microscópico, en el material y que aparecen rellenadas, parcialmente, por criptogranulos de hematites en CRDB 1 y CRDB 2. Y posibles lenticulas de yeso en CRDB 2 (Fig. 148).

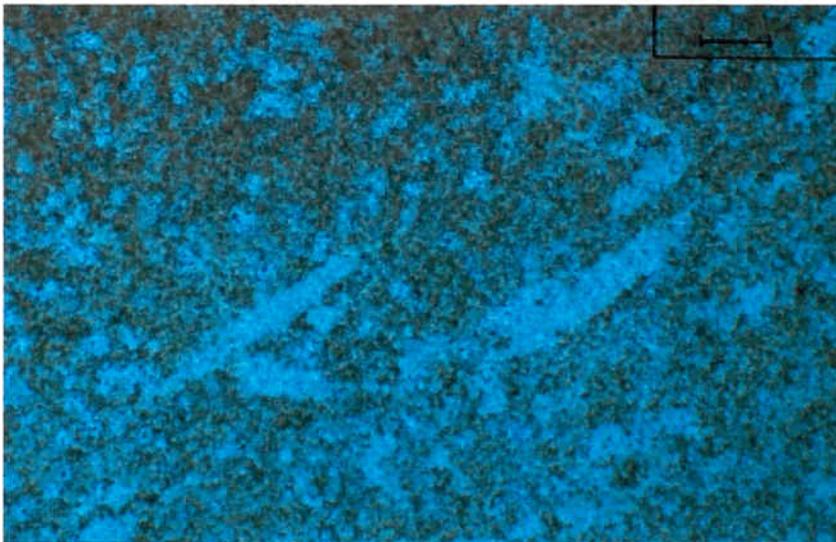


Fig. 148. Posibles lenticulas de yeso. MGLP CRDB 2. LP. (foto del autor)

4.3.7.3.- Caracteres microscópicos del sílex Muschelkalk inferior.

Mq	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	fss	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	Idn	T.Si
-	-	70%	Tes	-	-	-	25%	Tes	5%	-	Tes	FM01	A
-	-	35%	-	45%	-	-	18%	-	2%	-	Tes	FM02	A
2%	-	70%	8%	-	-	-	20%	-	Tes	-	-	C'N01	A
30%	10%	-	-	10%	-	-	50%	-	Tes	Sí	-	C'N02	A

Fig. 149. Caracterización microscópica de las láminas delgadas del Muschelkalk inferior.

La observación de la figura 149, confeccionada con cuatro muestras procedentes del estrato calizo-dolomítico del Muschelkalk inferior, nos evidencia una alta heterogeneidad de las muestras, que nos sirve para ejemplificar la dificultad de caracterización del sílex, dado que la variabilidad de esta litología afecta a todas las escalas de análisis posibles, desde el propio afloramiento al interior de un mismo nódulo. Por lo que se refiere a los componentes silíceos podemos establecer, en líneas generales, un claro predominio en las muestras de la textura de criptocuarzo/microcuarzo, tanto en Figaró-Montmany (FM) como en Can Oller (C'N).

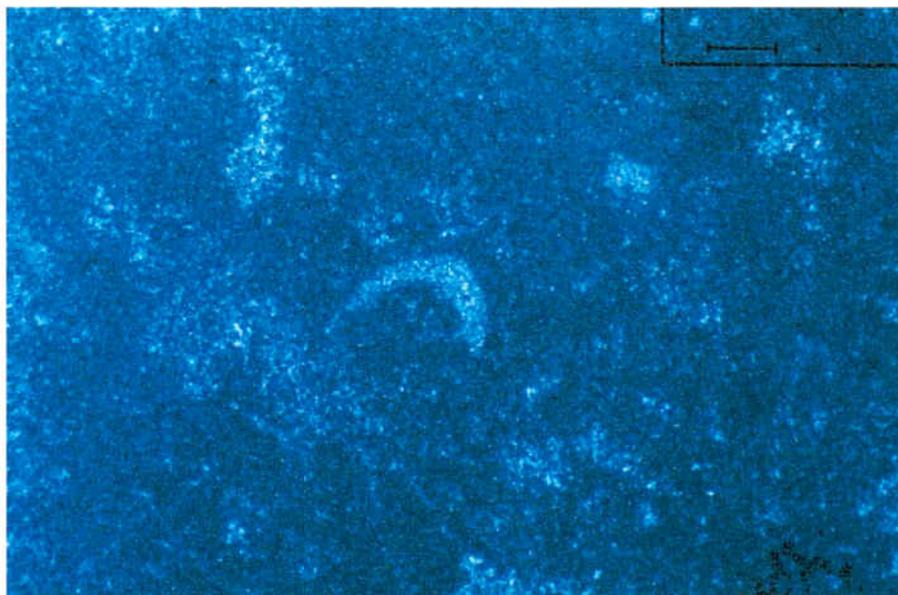


Fig. 150. Textura general de MGLP C'N 01. NC (foto del autor).

La presencia de mosaicos de megacuarzo es testimonial o inexistente, salvo en C'N 02, donde documentamos numerosos mosaicos (30%) de cristales isométricos de megacuarzo (1250 μm los mayores). En cuanto al cuarzo fibroso se observa claramente una dicotomía entre muestras que evidencian un ambiente de substitución evaporítico (FM 02 y C'N 02), mediante la presencia de formas botroidales y esferulitos de fibras de calcedonia *length-slow* (Fig. 151), y muestras de ambiente de substitución calizo (FM01 y C'N 01), donde sólo aparece la calcedonia de elongación negativa o calcedonita (Fig. 152).

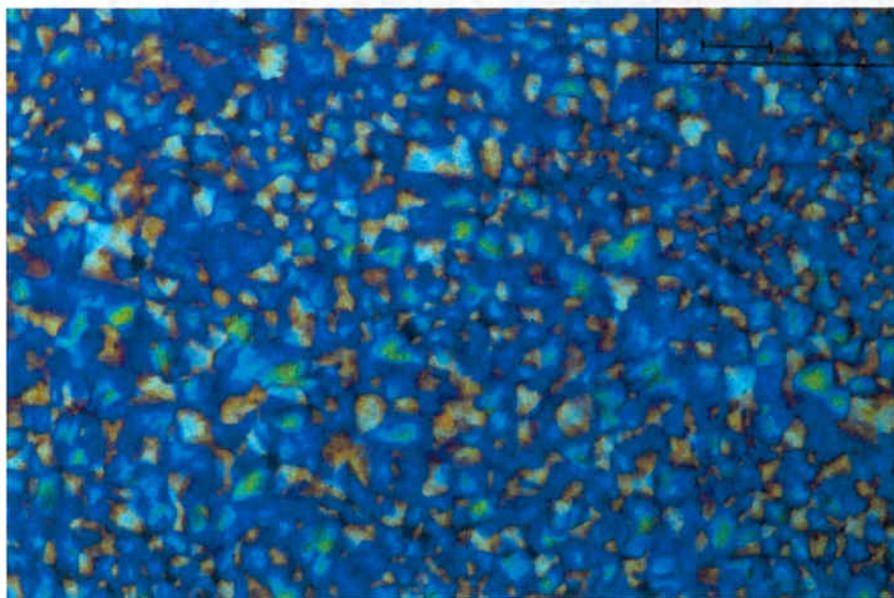


Fig. 151. Calcedonia *length-slow*. MGLP FM'02. NC y comp. (foto del autor).

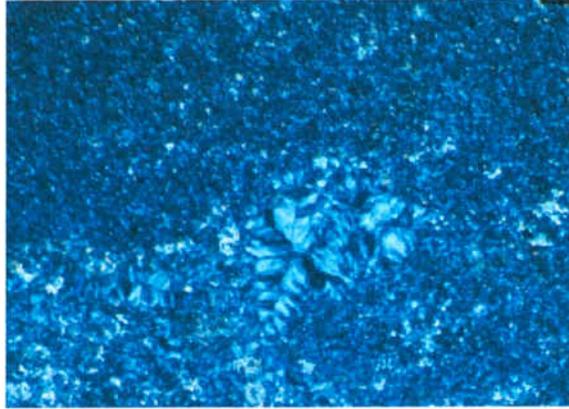


Fig. 152. Calcedonia *length-fast*. MGLP C'N 01. NC. (foto del autor).

La muestra C'N 02 ha presentado también como evidencias evaporíticas cristales aparentemente prismáticos (anhidrita), sin ninguna orientación preferencial, en la que podemos observar procesos de deformación, fractura y compactación de dichos elementos. El tamaño de los fragmentos es muy diverso (150 a 300 μm). La sustitución ha sido realizada por abanicos de fibras de cuarzo *length-slow*, de extinción ondulante. Esta calcedonia es propia del reemplazamiento en ambientes evaporíticos. Del mismo modo se ha puesto de manifiesto la presencia de relictos de anhidrita en megacuarzo (Fig. 153 y 154).

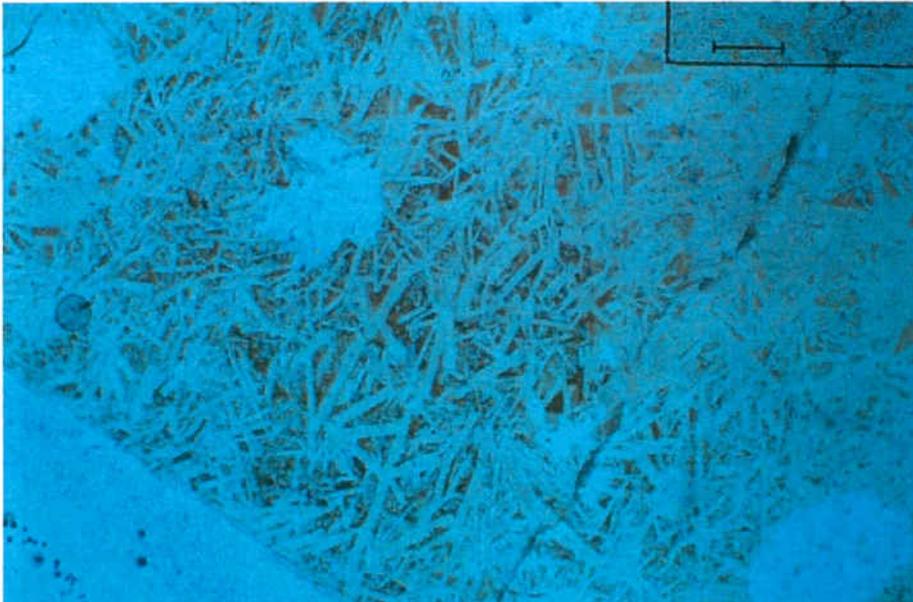


Fig. 153. Cristales aparentemente prismáticos (anhidrita). MGLP.C'N02. NC. (foto del autor).

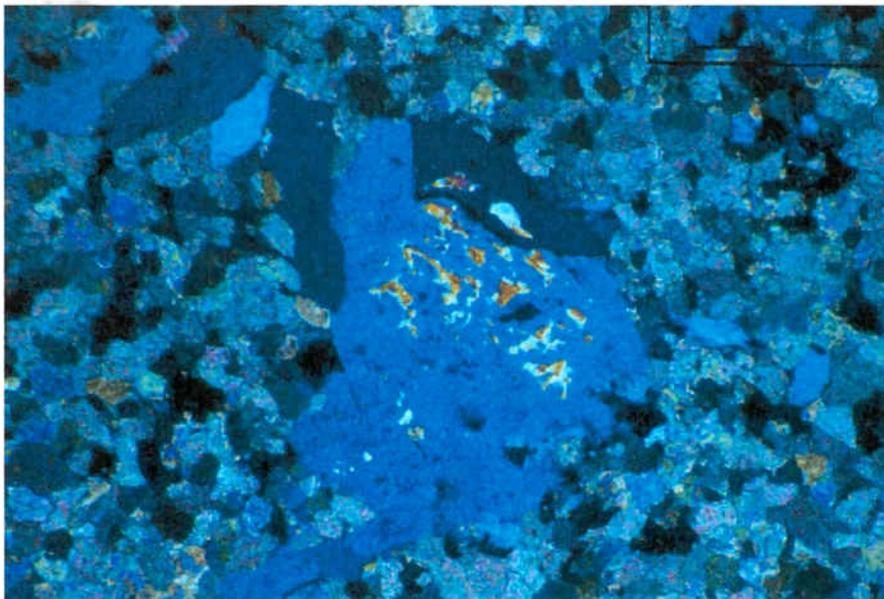


Fig. 154. Relictos de anhidrita en megacuarzo autigénico. MGLP C’N 02. NC. (foto del autor).

El resto de muestras (FM 01 y 02, C’N01) presentan fundamentalmente carbonato de tamaño micrítico, como textura no silícea predominante, junto con mosaicos de esparita y cristales romboédricos (dolomita) en proceso de sustitución, o completamente silicificados (pseudomorfos). La muestra C’N01 parece ser una caliza que primeramente se dolomitizó y posteriormente se ha silicificado (Fig. 155).

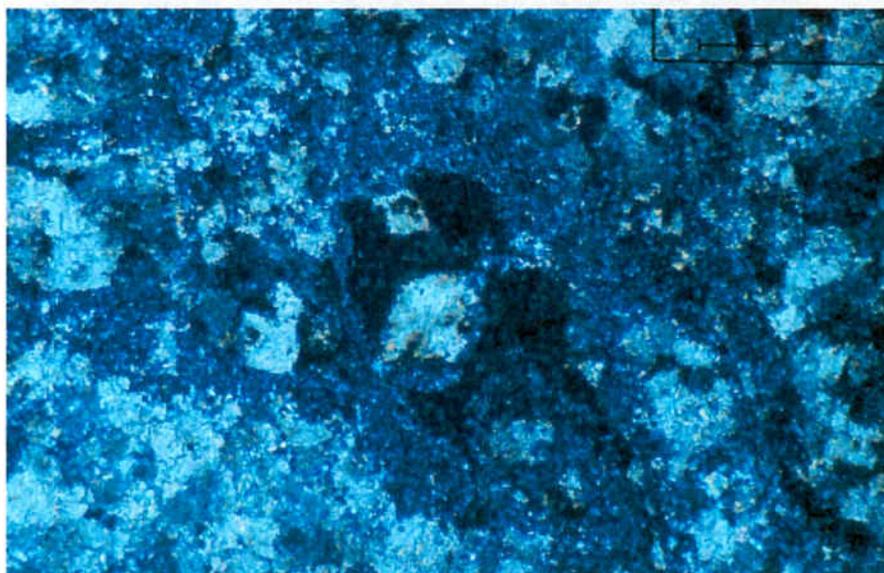


Fig. 155. Cristal de dolomita rodeado por sílice. MGLP C’N 01. NC. (foto del autor)

De este modo, podemos diferenciar ambientes de silicificación muy particulares y distintos, dentro del un mismo conjunto de muestras del Muschelkalk inferior.

Finalmente, por lo que respecta al resto de componentes no silicios cabe destacarse la escasa representatividad, tanto de los criptogránulos de hematites, documentados en el relleno de fisuras (Fig. 156), especialmente abundantes éstas en FM 01 y 02, y como núcleos de esferulitos de sílice fibrosa de elongación positiva (FM 02); como de los componente terrígenos, también testimoniales en Figaró-Montmany, e inexistentes en Can Oller, y que están constituidos exclusivamente por granos subredondeados de cuarzo ($\pm 40 \mu\text{m}$).

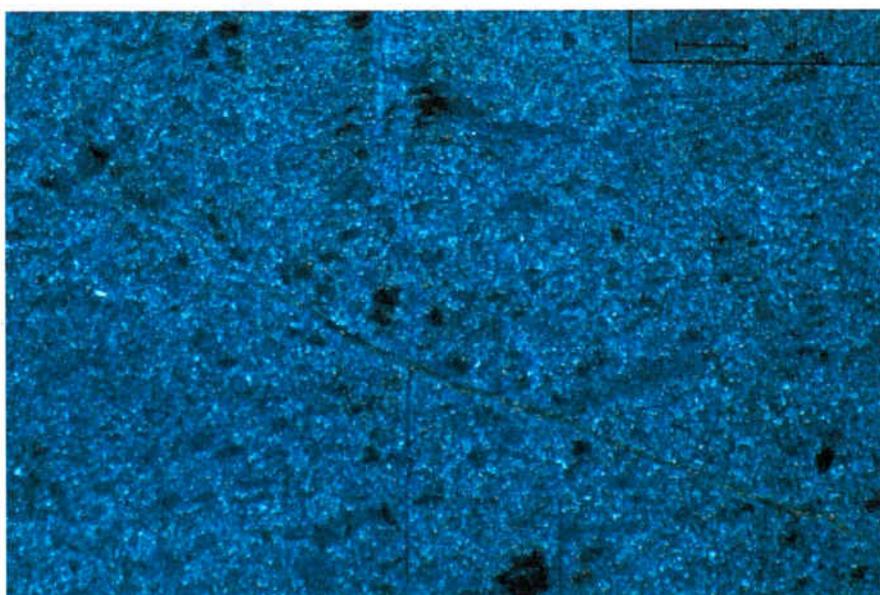


Fig. 156. Fisuras del material silíceo. MGLP FM'01. NC. (foto del autor).

4.3.7.4.- Caracteres microscópicos de las muestras arqueológicas.

A continuación procederemos a la caracterización de las distintas muestras recuperadas durante las excavaciones del yacimiento de la Balma del Gai. Las muestras identificadas bajo las siglas MALP (*Mostra Arqueològica Làmina Prima*) incluyen el número de inventario macroscópico de la pieza analizada, de este modo evitamos posibles redundancias numéricas con el inventario de la excavación.

IDENTIFICACIÓN DE LA LÁMINA	TIPO MACROSCÓPICO
MALP 193	Top
MALP 203	Top

MALP 143	SB
MALP 161	SB
MALP 5	Gr. Arena
MALP 208	Gr. Arena
MALP 122	A
MALP 427	A
MALP 207	OOL
MALP 471	OOL
MALP 723	ROG

Para llevar a cabo la caracterización y, posteriormente, la comparación entre muestras procedentes del yacimiento y las de la prospección geológica tomaremos de forma agrupada la descripción de las muestras (Top, SB y Gr. Arena), ya que el trabajo de campo nos ha mostrado su pertenencia a un mismo tipo de material silíceo con diversas variantes.

4.3.7.4.1.- Caracteres microscópicos de los tipos Top, SB y Gr. Arena.

Mq	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	fss	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	Idn	T.Si
2%	-	85	2%	-	-	?	5%	-	5%	-	Tes	193	Top
2%	75%	-	-	2%	-	Sí	10%	-	5%	-	5%	203	Top
5%	85%	-	-	-	-	-	10%	-	Tes	-	Tes	143	SB
5%	-	80%	-	5%	-	-	5%	-	5%	-	-	161	SB
5%	-	80%	<2%	-	-	Sí	10%	-	5%	-	-	5	G.A
-	80%	-	Tes	-	-	Sí	10%	-	10%	-	Tes	208	G.A

Fig. 157 Caracterización microscópica de las láminas delgadas de los tipos Gr. Arena, Top y SB.

De la observación de la figura 157 se deduce que el principal componente silíceo es el mosaico de criptocuarzo, tendente a microcuarzo, o viceversa, mientras que el megacuarzo aparece en un porcentaje bajo, fundamentalmente como mosaicos *blocky* de megacrystales de diversos tamaños, generalmente anédricos y de extinción ondulante, asociados a procesos de disolución de mosaicos de esparita (MALP 5, G.A) o al relleno de fisuras (MALP 143, SB).

Por lo que respecta al cuarzo fibroso, este es un elemento secundario en la textura. La mineralogía de este cuarzo fibroso muestra tanto formas botroidales y esferulitos de elongación positiva, propios de un ambiente de sustitución evaporítico (MALP 203 y MALP 161), como muestras (MALP 193 y MALP 5) con abanicos enfrentados de fibras de elongación negativa de aspecto pseudoesferulítico (90-120 μm). Las muestras del subtipo grano de arena muestran ambas un ambiente de sustitución no evaporítico, y en la MALP 143, no se ha podido evidenciar la presencia de cuarzo fibroso. No se han evidenciado ni fases opalinas, ni microfósiles silíceos en ninguna de las muestras.

Por lo que respecta a los componentes no silíceos destaca en todas las muestras el carbonato original, en porcentajes variables entre el 5% y el 10%, documentándose tanto fangos micríticos (MALP 161) como la convivencia de distintas mineralogías de carbonato, en proceso de disolución. Esta disolución por ataque silíceo se manifiesta mediante contactos de tipo cóncavo-convexo, tanto en mosaicos de esparita (MALP 203 y MALP 5), como en cristales romboédricos de calcita/dolomita (MALP 203).

Entre los elementos carbonatados cabe destacarse también la presencia de elementos esqueléticos como foraminíferos (150 micrones) (MALP 203 y MALP 208).

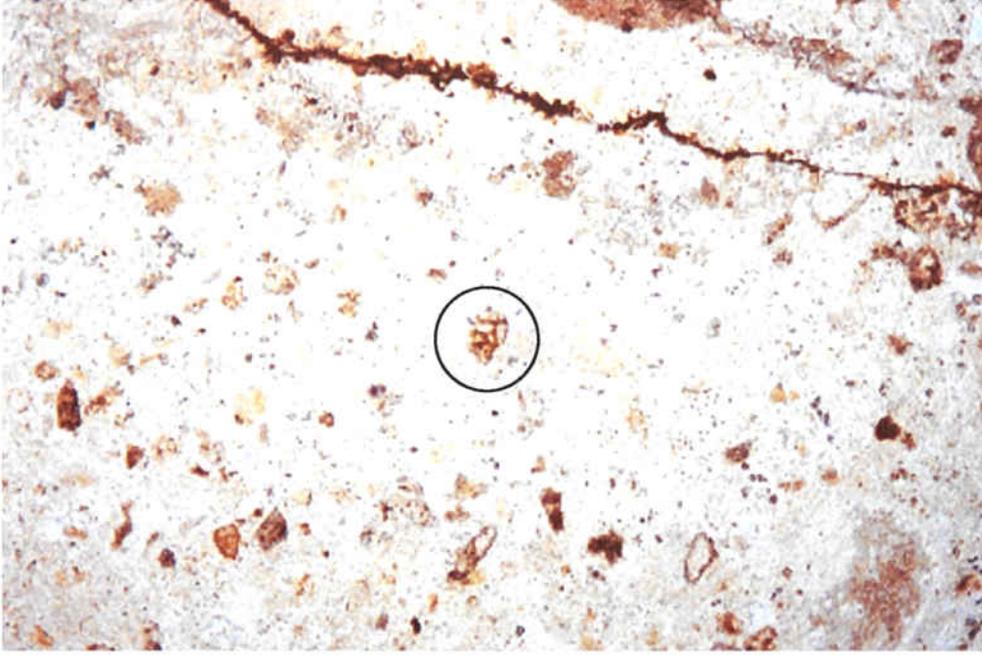


Fig. 158. Foraminífero identificado en la muestra MALP 203 del n. I de la Balma del Gai, perteneciente al tipo de sílex Top. Se observan también cristales romboédricos. LP. 4x (foto del autor).

Del mismo modo se han observado posibles fragmentos de otros elementos bioclásticos (MALP 193), o pseudomorfos de bioclastos silicificados (MALP 5).

Finalmente, debemos reseñar la presencia de criptogránulos y agregados de hematites en todas las muestras analizadas, su disposición en la lámina es aleatoria, si bien se documenta también en el relleno de fracturas (MALP 203) y como cemento ferruginoso (MALP 203 y 208).

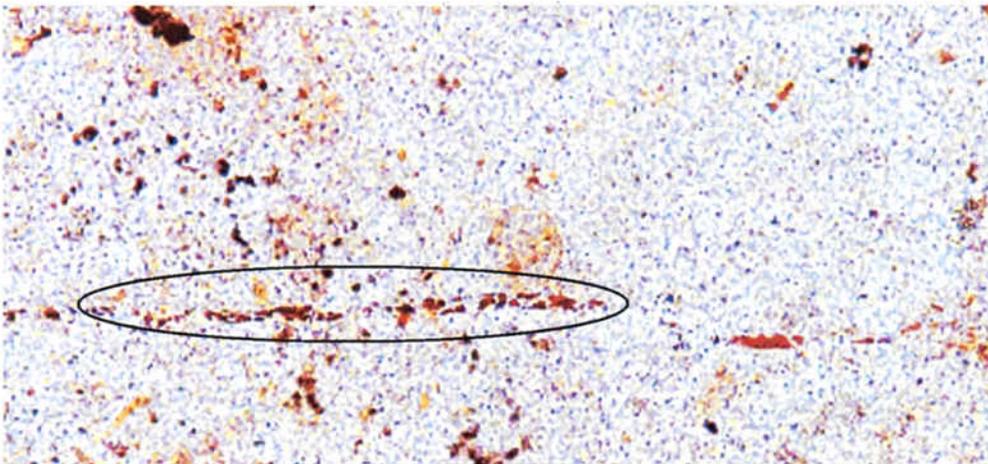


Fig. 159. Criptogránulos de hematites en el relleno de una fractura (MALP 203) , del n. I de la Balma del Gai, perteneciente al tipo de sílex Top. LP. 10x. (foto del autor).

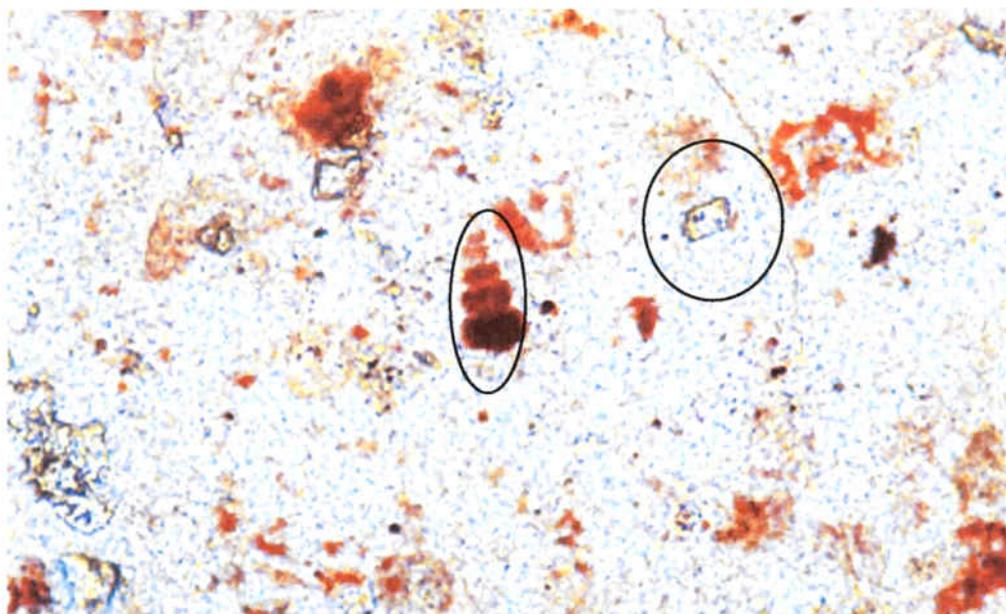


Fig. 160. A la izquierda, pseudomorfo de elemento bioclástico conservado gracias al cemento ferruginoso de hematites. A la derecha, cristal romboédrico en vías de disolución. MALP 208. LP. 10x (foto del autor).

La presencia de terrígenos es escasa, se trata fundamentalmente de granos de cuarzo subredondeados distribuidos aleatoriamente por las preparaciones (MALP 203, 143 y 208). También hemos documentado otros minerales que aún están en curso de identificación.

4.3.7.4.2.- Caracteres microscópicos del tipo “azoico”.

Mq	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	fss	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	Idn	T.Si
Test	-	70%	-	20%	-	-	8%	-	-	2%	-	122	A
Test	-	85%	2%	-	-	-	5%	-	2%	-	2%	427	A

Fig. 161. Caracterización microscópica de las láminas delgadas del tipo “azoico”.

De la observación de la figura 161, se desprende que realmente nos encontramos ante un material azoico, especialmente en la MALP 122.

Por lo que respecta a los componentes silíceos destaca el mosaico de criptocuarzo, tendente a microcuarzo como textura silícea principal. En ambos casos se acompaña de una presencia testimonial de mosaicos isométricos de cristales anédricos de megacuarzo de extinción ondulante, distribuidos aleatoriamente en la preparación.

La principal diferencia entre los componentes silíceos la encontramos en relación al cuarzo fibroso. Las texturas fibrosas son importantes en la MALP 122, ya que alcanzan un 20% del total del cuarzo en mosaico. Se caracterizan por ser del tipo *length-slow*, o de elongación positiva (reemplazamiento evaporítico). Se presenta principalmente bajo morfologías esferulíticas, aunque también la hemos documentado en formas botroidales. Su disposición en la lámina es aleatoria.

En cambio, en la MALP 427 podemos considerar que la calcedonia brilla por su ausencia, ya que documentamos sólo un 2% de esta textura fibrosa, exclusivamente bajo morfologías botroidales, en este caso como cemento de primera generación de tipo *rim* en el relleno de porosidad.

Ninguna de las dos muestras analizadas ha presentado fases opalinas ni microfósiles silíceos. En relación con los componentes no silíceos cabe destacarse la presencia, aunque relativamente baja, al menos para una de las muestras, de carbonato anterior a la silicificación. Se trata de micrita, en posición cortical, MALP 122, y de pseudomorfo romboédricos, MALP 427.

En la MALP 122 queremos destacar también la presencia de pseudomorfo lenticulares de yeso, reemplazados por calcedonia de elongación positiva. Este hecho nos indica un medio sedimentario del todo concordante con las características definidas para el sílex del Muschelkalk inferior. En esta muestra no hemos identificado ni óxidos de hierro, ni testimonios terrígenos. En cambio, la MALP 427 sí presenta terrígenos (cristales de cuarzo detríticos) y hematites, en este caso, en el relleno de una fisura.

Podemos observar como ambas muestras clasificadas como “azoicas” presentan pocos elementos en común, sin embargo, y esto sea tal vez lo más importante, ambas muestran participan de las mismas características que hemos definido anteriormente para los distintos materiales del Muschelkalk inferior.

4.3.7.4.3.- Caracteres microscópicos del tipo "oolítico".

Mq	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	fss	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	Idn	T.Si
-	-	50%	30%	-	-	-	15%	-	5%	-	-	207	ool
-	-	40%	30%	-	-	-	20%	-	10%	-	-	471	ool

Fig. 162. Caracterización microscópica de las láminas delgadas del tipo "oolítico".

Las muestras del tipo "oolítico" se caracterizan por el predominio del criptocuarzo como textura silícea principal y la ausencia de mosaicos de megacuarzo. El cuarzo fibroso, representa el 30% de las texturas del cuarzo, y se caracteriza por ser en todos los casos de elongación negativa, (*length-fast* o calcedonita). Esta calcedonita aparece como cemento interparticular de tipo *rim* alrededor de los oolitos, así como textura de sustitución en el interior de los mismos, y finalmente en el relleno de porosidad.

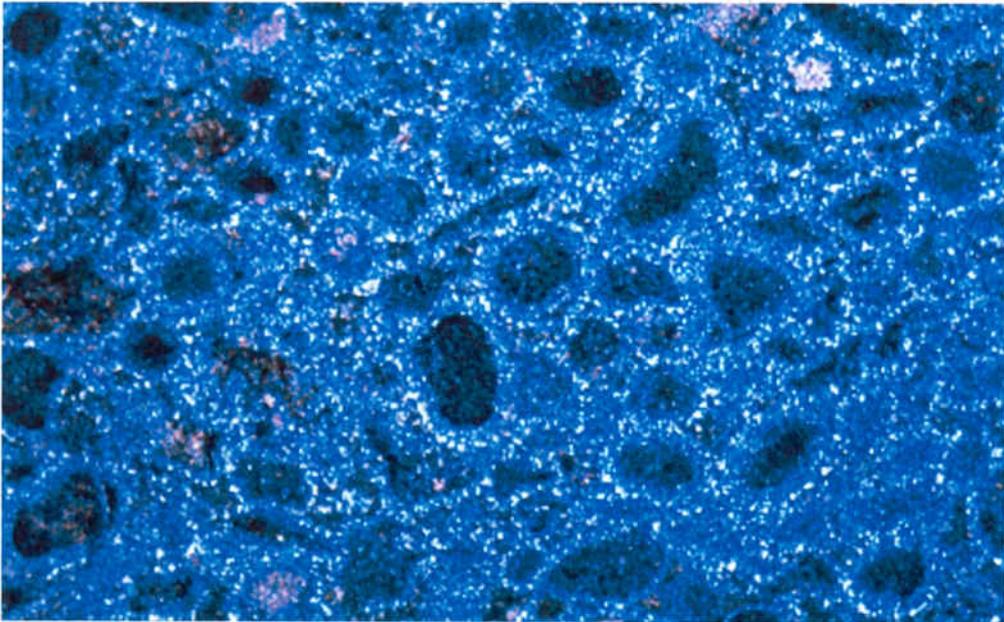


Fig. 163. Oolitos de carbonato con cemento interparticular de tipo rim. MALP 207. NC. 4x. (foto del autor)

No se han observado ni fases opalinas ni fósiles silíceos.

Por lo que respecta a los componentes no silicios debe destacarse la presencia de los oolitos carbonatados (entre 100 y 200 μm) en proceso de sustitución por sílice criptocristalina. Se observan en la textura oolítica procesos de compactación de los granos por presión.

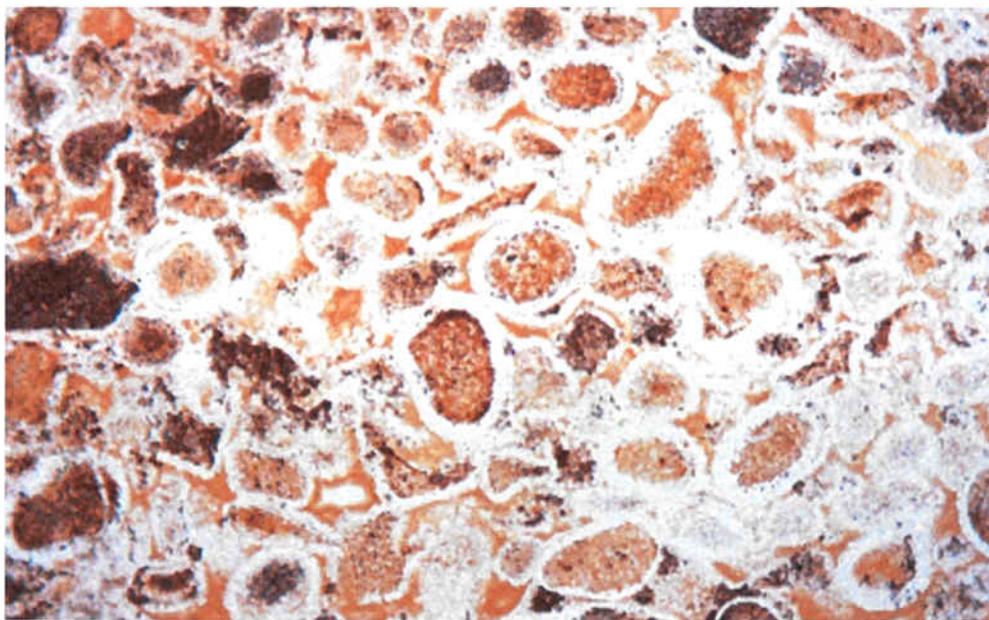


Fig. 164. Textura oolítica. MALP 207. LP. 4x. Obsérvense los oolitos deformados por procesos de compactación (foto del autor).

A parte de los oolitos, documentamos también la presencia de cristales de esparita (200 μm) en proceso de silicificación como evidencian los contactos de tipo cóncavo-convexo con la matriz silícea. Finalmente se observan también cristales romboédricos (calcita/dolomita) repartidos aleatoriamente por la lámina, los más grandes (100 μm) muestran también evidencias de disolución, los más pequeños (50 μm) no. Finalmente, cabe destacar entre los componentes no silíceos, los óxidos de hierro (hematites), tanto en forma de gránulos, como de agregados de tamaño criptocristalino, distribuidos aleatoriamente por la muestra, y en el caso de (MALP 207) como cemento de 2a generación interparticular.

4.3.7.4.4.- Características microscópicas del tipo ROG (MALP 723).

Mq	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	fss	Can	Cps	OFe	Evp	Trr	Idn	T.Si
----	----	----	------	------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

10%	-	60%	10%	Tes	-	-	10%	-	Tes	-	-	723	ROG
-----	---	-----	-----	-----	---	---	-----	---	-----	---	---	-----	-----

Fig. 165. Caracterización microscópica de la lámina delgada del tipo "ROG".

Como hemos mencionado anteriormente este material constituye un elemento único en el conjunto de restos recuperados del yacimiento.

Las texturas silíceas constituyen el 80% del total de la muestra. El constituyente principal a nivel microscópico es el mosaico de micro-criptocuarzo. El megacuarzo aparece como un mosaico isométrico de cristales euédricos (400 μm , los más grandes) en el relleno de porosidad interna de elementos bioclásticos (gasterópodos)

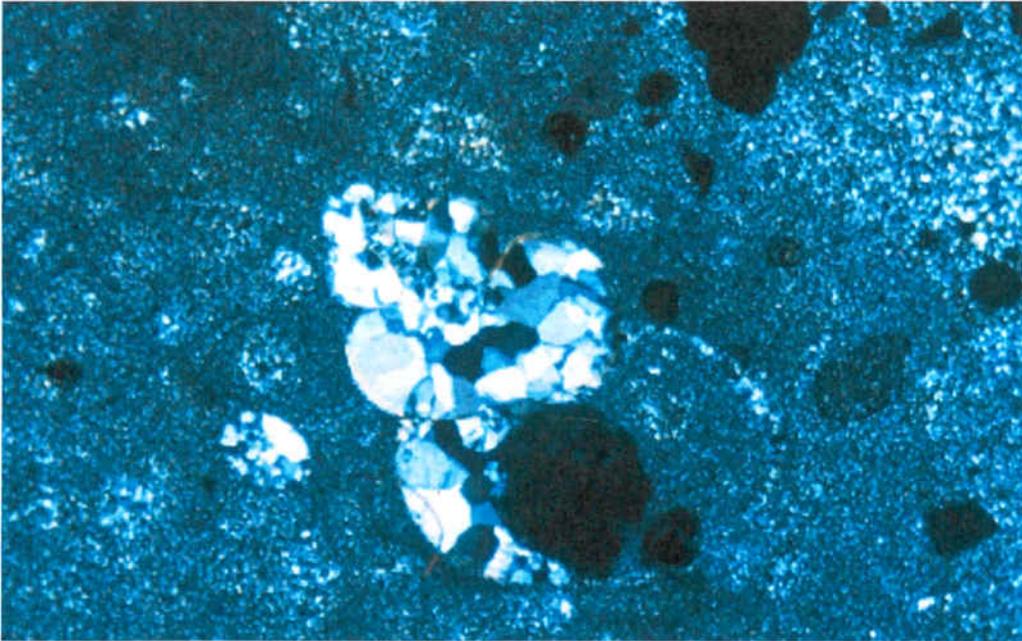


Fig. 166. Sección de gasterópodo en proceso de cementación de la porosidad. MALP 723^a. NC. 4x.

(Foto del autor).

Por lo que respecta al cuarzo fibroso, este representa un 10% aproximadamente de la textura silícea. Su disposición en la lámina es aleatoria. Hemos documentado tanto la presencia de calcedonita de elongación negativa (*length-fast*) como de calcedonita de elongación positiva (*length-slow*).

Las morfologías de aparición de la calcedonita *length-fast* son tanto botroidales como esferulíticas. Las formas botroidales (100 a 220 μm), que predominan sobre las

esferulíticas, suelen aparecer como cemento de relleno de porosidad de primera generación de tipo *rim*.

La calcedonia de elongación positiva (*length-slow*) se documenta de manera testimonial. En este caso, sólo hemos identificado morfologías botroidales (140 μm) que se manifiestan como cemento de relleno de porosidad de 2ª generación en los gasterópodos. Se trata de mosaicos anédricos de extinción fibrosa ondulante.

En esta muestra no hemos registrado ni la presencia de fases opalinas ni de microfósiles silíceos.

Entre los componentes no silíceos hemos documentado la presencia de carbonato anterior a la silicificación (10%). Se trata de elementos esqueléticos (gasterópodos), así como de cristales romboédricos (dolomita?).

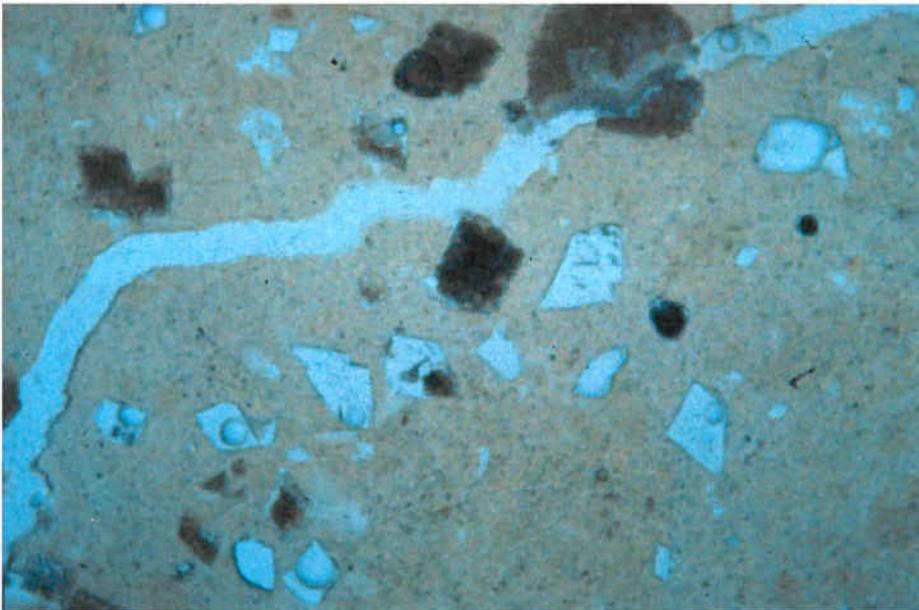


Fig. 167. Cristales de dolomita. MALP 723 A. LP. 4x. (foto del autor)

Entre los romboedros ha sido posible observar procesos de disolución de los cristales romboédricos por ataque de la sílice (disolución del carbonato). Este fenómeno se manifiesta, en los cristales de mayor tamaño (170 μm) a través de contactos de tipo cóncavo-convexo. Hemos podido observar también la presencia de cristales romboédricos completamente substituidos, de los cuales sólo se conserva el pseudomorfo.

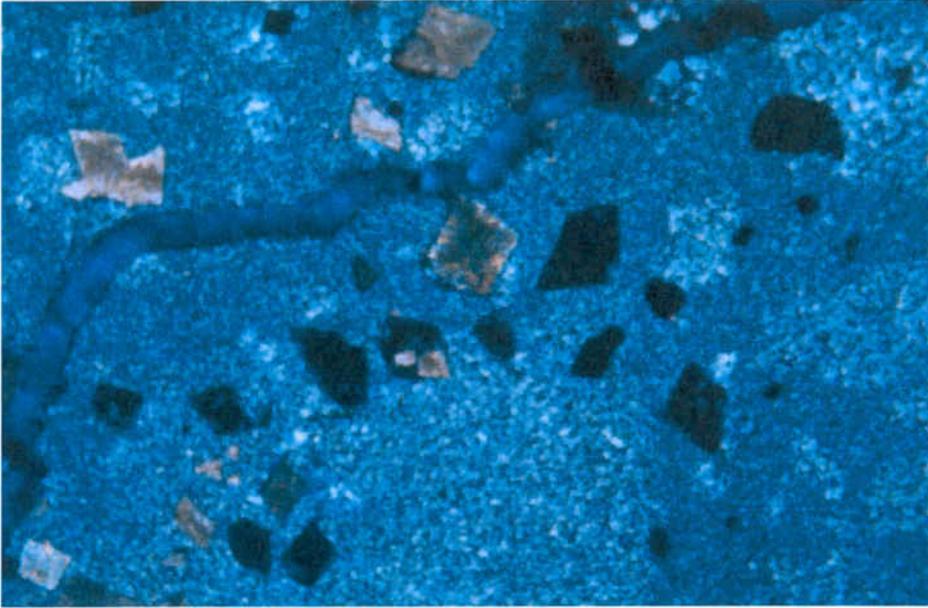


Fig. 168. Cristales de dolomita en proceso de disolución y completamente disueltos. MALP 723A. NC. 4x (foto del autor)

El otro elemento a destacar de esta muestra ha sido la porosidad, que consideramos importante (5%).

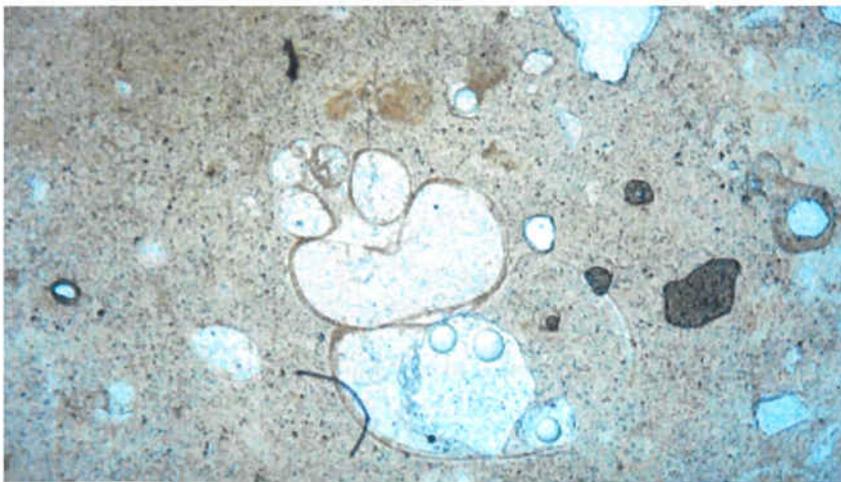


Fig. 169. Sección del gasterópodo y porosidad MALP 723 A. LP.4x (foto del autor)

Finalmente entre los componentes no silíceos hemos detectado una presencia minoritaria de óxidos de hierro. Se trata de criptogránulos, distribuidos aleatoriamente por la muestra analizada.

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

4.3.7.4.4.- Aproximación micropaleontológica a los materiales de Can Rovira del Brull.

Como colofón a esta caracterización petrográfica de los materiales silíceos, y al igual que hemos hecho anteriormente con de Cova del Parco, queremos hacer referencia, necesariamente breve, a los materiales del afloramiento de Can Rovira del Brull. Estos materiales han empezado a ser analizados desde una perspectiva de palinofacies, en el *Centre of Palinology* de la Universidad de Sheffield. Nos encontramos aún muy lejos de poder superar una mera descripción de algún elemento de las muestras. Sin embargo, la presencia de materia orgánica conservada nos anima a continuar en este campo para completar la caracterización de las muestras, a partir de la definición de sus medios sedimentarios originales. La cantidad de materia orgánica de las muestras de este afloramiento es menor que la observada anteriormente, sin embargo, hemos podido evidenciar la presencia de protistoclastos, fitoclastos y zooclastos, con grados de preservación variables. La muestra CRDB 1. 1gr. A1 (cribada), ha presentado:

PROTISTOCLASTOS	Mal preservados	acritarcos
	Bien preservados	-
FITOCLASTOS	Mal preservados	Inertita amorfa no estructurada Tejido vegetal
	Bien preservados	-
ZOOCLASTOS	Mal preservados	Restos de microforaminíferos ferruginizados.
	Bien preservados	-

4.3.8.-Conclusiones a partir del análisis microscópico desarrollado sobre los materiales epipaleolíticos de la Balma del Gai.

Los trabajos llevados a cabo sobre el conjunto de materiales silíceos de la Balma del Gai han supuesto el desarrollo de unas prospecciones importantes y exhaustivas. Como consecuencia de las mismas creemos que debe destacarse la gran cantidad de afloramientos con sílex que hemos puesto de manifiesto con nuestros trabajos. Sin embargo, debemos también valorar que el recurso, por parte de la comunidad prehistórica, a determinado tipo de fuentes de aprovisionamiento de carácter secundario, puede dificultar el establecimiento de características comunes y homogéneas, entre los materiales procedentes de este tipo de depósitos y los del propio yacimiento arqueológico.

Sin embargo, la aproximación macroscópica nos muestra un conjunto de similitudes morfoscópicas (Anillos de Liesegang, óxidos de hierro, etc.) entre los materiales de afloramientos y yacimiento, que se pueden refrendar, en parte, mediante el estudio microscópico. De este modo hemos observado como las características del medio sedimentario (*sebkha*) de las muestras geológicas pertenecientes al Muschelkalk inferior (dolomías de la unidad Colldejou, y que nosotros habíamos denominado erróneamente “sílex terciario”) se corresponden a grandes rasgos con parte de los elementos observados en los principales tipos de sílex (G.Arena, SB y Top) del yacimiento: calcedonia *length-slow*, unos mismos tipos de carbonatos -micrita, esparita y cristales romboédricos- con fenómenos de disolución por contactos de tipo cóncavo-convexo, abundancia de óxidos de hierro, presencia de estructuras de origen orgánico, terrígenos de cuarzo, lenticulas de yeso).

Las muestras del tipo “Azoico” participan también de algunas de estas características, al igual que los otros sílex documentados en los tramos del Muschelkalk inferior, ya que algunos de estos materiales presentan calcedonia *length-slow*, cristales lenticulares de yeso, óxidos de hierro, distintos tipos de carbonatos. Todo este conjunto de elementos nos sirve para constatar que realmente el medio sedimentario definido para esta unidad Colldejou, y el Muschelkalk inferior en su conjunto, se corresponde con depósitos restringidos con unas características que pueden variar grandemente de unos a otros, aunque con claras evidencias de hipersalinidad en algunos casos.

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos abióticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior y el Epipaleolítico.

De este modo vemos como los materiales arqueológicos reflejan la misma variabilidad observada en el registro geológico. Esta variabilidad, dentro incluso de depósitos primarios, nos impide vincular directamente las muestras analizadas con fuentes de aprovisionamiento concreto. Sin embargo, la valoración del trabajo llevado a cabo, es a nuestro parecer satisfactoria e interesante. En primer lugar, deseamos agradecer la ayuda prestada a nuestro trabajo por el equipo director del yacimiento. En segundo lugar, tomando ya en consideración los resultados obtenidos, creemos que es factible defender una cierta geografía de la explotación de los recursos abióticos silíceos, ya que por un lado no contamos con evidencias de materiales procedentes de la cuenca del río Llobregat (salvo tal vez, la raedera en riolita y el raspador en sílex de algas carofíceas). Pero incluso estos materiales nos parecen más propios de un proceso de intercambio, que no de una verdadera prospección y explotación directa de los recursos, por parte del propio grupo humano que ocupó la Balma del Gai, ya que se trata de piezas únicas, de las cuales no se ha documentado ningún elemento de su cadena lítica de producción. Por otro lado, el resto de litologías documentadas (sílex, cuarzo), presenta un acceso fácil, a partir de la explotación de afloramientos de tipo secundario, en los cuales la materia prima es relativamente abundante y fácil de obtener. Estos afloramientos han sido documentados en las cuencas de drenaje del río Tenes y sus torrentes tributarios. La variabilidad de aspectos macroscópicos documentados no debe hacernos olvidar la posibilidad de captación de todos estos materiales en un mismo marco geográfico. La presencia de sílex en este yacimiento, donde *a priori* el medio geológico no es favorable, no se explica por un comportamiento de importación del recurso, distinto al del resto de grupos que ocupan territorios sin sílex. Interpretamos que la Balma del Gai formaba parte, en realidad, de un territorio explotado por un grupo/grupos que utilizaba comúnmente el sílex como materia prima. A partir de los resultados obtenidos pensamos que los ocupantes de la Balma del Gai se aprovisionaban de dicha materia antes de acceder al yacimiento, desarrollando en el asentamiento el procesado técnico de la misma.

Una mención especial merece el cristal de roca. Esta variedad pura de cuarzo se vincula genéticamente a rocas antiguas, principalmente pizarras y granitos, cuya presencia queda atestiguada en la zona del macizo del Montseny.

Todos estos elementos nos están indicando un desplazamiento poblacional unidireccional desde la depresión del Vallés Oriental hacia el altiplano del Moianès, a través de la red hidrográfica jerarquizada por el río Tenes.

5.- CARDINA I

5.0.- INTRODUCCIÓN

El último de los yacimientos que abordaremos en esta tesis doctoral es el de Cardina I. Como ya hemos indicado en el capítulo introductorio, al inicio de esta obra, fue la “casualidad” del destino la que nos llevó a introducir este yacimiento en nuestro trabajo, ya que como resulta evidente, tanto la situación geográfica como cronocultural del mismo, exceden en mucho el marco inicial de nuestro estudio. Los estudios desarrollados sobre las materias primas recuperadas están aún en curso, sin embargo, nos han proporcionado ya distintas informaciones, tanto sobre las posibles áreas de aprovisionamiento, como sobre las distancias recorridas y las modalidades de explotación del territorio (Aubry et al, -e.p1-; Aubry et al, -e.p2- Aubry et al, -e.p3- Aubry, 2001). Por este motivo, decidimos incluir los resultados de este análisis, pues constituyen una muestra muy interesante de las aportaciones y las limitaciones de la petroarqueología del sílex al campo del saber prehistórico. Al mismo tiempo, nos proporcionará también elementos de discusión a tener en cuenta en el momento de establecer las conclusiones de este trabajo.

5.1.- SITUACIÓN.

Cardina I es un yacimiento al aire libre, y está situado en el término municipal de Santa Comba “concelho” de Vila Nova de Foz Côa, en la región de Tras-os-Montes (Portugal). Sus coordenadas geográficas son: 40° 58' 47" latitud Norte. 7° 05' 01" longitud Oeste (Zilhão, -coord.- 1997).

El yacimiento arqueológico ocupa una plataforma localizada en el margen izquierdo del río Côa a una altitud de 166 m s.n.m (25 m por encima del lecho actual del río). Dicha plataforma limita al oeste con la propia vertiente, que presenta una pendiente del orden de 45°, y al este con un afloramiento rocoso ligeramente suspendido sobre el río (Aubry, 2001). La formación de esta plataforma parece estar vinculada con la presencia de un filón de riolita, de dirección Este/Oeste perpendicular al curso del río, más resistente a la erosión fluvial. Este lugar es el más estrecho en toda esta zona del valle, y fue utilizado tradicionalmente como paso entre ambas márgenes del río. El filón de riolita influyó

en la desviación del curso de agua hacia el este, abandonándose así la superficie sobre la que los coluviones se acumularon, que es donde se encuentra el yacimiento.

5.2.- MARCO LITOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO.

El río Côa es uno de los primeros afluentes, de la margen izquierda, que el río Duero encuentra tras franquear la frontera entre España y Portugal. Desde un punto de vista geológico su recorrido de unos 115 Km. posee una cuenca bastante monótona. De este modo, sólo en sus últimos 15 Km. el río abandona las formaciones graníticas, asociadas a una fase de deformación herciniana, para discurrir por terrenos del Cámbrico, compuestos por una alternancia de metagrauvas y esquistos según grandes fracturas y fallas de débil encabalgamiento de dirección general Norte/Sur (Silva y Ribeiro, 1991).

Desde un punto de vista estructural, la cuenca baja del Côa se integra en la Zona Centro-Ibérica del Macizo Hespérico. De acuerdo con la cartografía geológica, los terrenos de la zona se identifican, en lo esencial, con litotipos antiguos de edad cambriense, ordoviciense y permo-carbonífera, que permiten la división del área en dos grandes sectores. Al norte predomina el Cámbrico, representado por el conjunto de rocas metasedimentarias del llamado grupo del Duero (filitas, cuarcitas, etc.), inseridas en el complejo esquistometagrauváquico. El Ordoviciense sólo aparece en un pequeño afloramiento que se corresponde con el sinclinal de S. Gabriel. Al sur, se situarían y predominarían las rocas graníticas, relacionadas con la tercera fase de deformación herciniana (final del Carbonífero e inicios del Pérmico).

Esta dicotomía litológica, y el control estructural ejercido por la tectónica de fracturas, condicionan las características morfológicas diferenciadas de los dos sectores de la cuenca baja del río Côa. Al norte, el río aparece bastante meandrizado, definiendo un valle en forma de V, con algunos estrechamientos y cuestas de pendiente acentuada (frecuentemente superior al 25%). En las pequeñas depresiones se observa la presencia de terrazas fluviales escalonadas. Al sur la morfología del curso del río es significativamente diferente, siendo su trazado predominantemente rectilíneo, con un lecho bastante estrecho y encajado, delimitado por vertientes abruptas de pendiente acentuada (Zilhão, -coord.- 1997).

Este marco litológico nos muestra ya el primer elemento de interés para el estudio del aprovisionamiento en recursos sedimentarios silíceos y su caracterización. Como podemos observar, por la naturaleza de las formaciones litológicas regionales, no se documentan en la zona puntos posibles de afloramiento, ya sea primario o secundario, de recursos sedimentarios silíceos aptos para la configuración de las industrias líticas paleolíticas de la zona.

5.3.- HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES.

El yacimiento de Cardina I fue descubierto en agosto de 1995, durante las primeras prospecciones llevadas a cabo en el valle. Estas prospecciones fueron fruto de la moratoria decretada por el gobierno portugués, por el periodo de un año, para confeccionar un informe sobre el valor de los vestigios arqueológicos que albergaba el valle del Côa, así como sobre el interés de preservar dichos parajes de su inundación por la aguas de un pantano que estaba proyectado construir en el lugar.

La polémica política generada a raíz de la salvaguarda o no del conjunto de grabados rupestres descubiertos en 1992 en dicha zona, supuso una importante activación de las políticas patrimoniales de Portugal, sin embargo, no entraremos en la valoración de dicha polémica pues es por todos ampliamente conocida, y si bien su resolución favoreció el que hayamos podido investigar en la zona, la explicación de los avatares sufridos por dicho conjunto patrimonial se escapa de los objetivos de nuestro trabajo.

El yacimiento fue inmediatamente objeto de sondeos que se prolongaron durante los meses de septiembre y octubre del mismo año. En Cardina I se excavó una secuencia estratigráfica de 80 cm. de potencia, en cuya base se evidenció la existencia de un "pavimento" de cantos rodados de cuarzo, cuarcita y granito, sobre el que se asentaban grandes bloques de esquisto, en algunos casos con un grosor superior a los 50 cm. Esta configuración de elementos líticos fue considerada inmediatamente como una posible estructura de hábitat al aire libre, a la que se asociaba un importante conjunto de industria lítica que fue atribuida al Gravetiense final en base a criterios técnicos y tipológicos (Zilhão et al, 1995).

En 1999, el yacimiento de Cardina I se integró en un proyecto de colaboración entre el *Parque Arqueológico do Vale do Côa (PAVC)*, y el *Seminari d'Estudis i Recerques*

Prehistòriques (SERP) de la Universidad de Barcelona (Fullola y Mangado, 1999; Fullola y Mangado, 2000 Fullola y Mangado, 2001) financiado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes español y el Instituto Portugués del Patrimonio. La finalidad de la colaboración fue llevar a cabo la excavación en extensión del yacimiento, así como la realización de diversas analíticas orientadas a obtener un mejor conocimiento tanto de la dinámica del yacimiento como de su entorno. En el marco de este proyecto se llevó a cabo la caracterización de las materias primas sedimentarias silíceas que forma parte de esta tesis doctoral.

5.3.1.- Secuencia cronocultural y dataciones absolutas.

La secuencia sedimentaria de coluviones observada durante la excavación de Cardina I comprende cuatro conjuntos sedimentarios definidos a partir de criterios macroscópicos (texturales, estructurales y colorimétricos) (Zilhão et al, 1995; Aubry, 2000). La pendiente de los niveles es muy débil y se adapta a la topografía actual. Los tres primeros niveles se depositaron durante el Holoceno. El nivel IV, claramente delimitado, contenía los vestigios de las ocupaciones humanas del Paleolítico superior.

En las tallas inferiores de la base de este nivel IV, la industria lítica se caracterizaba por el predominio de los proyectiles microlíticos, principalmente laminitas de dorso rebajado truncadas o bitruncadas – en sílex o riolita-, así como por la presencia de buriles de bisel fino de tipo Noailles (Zilhão, -coord.- 1997). Esta fase, considerada como final del Gravetiense, está bien documentada en la Estremadura portuguesa, tanto en hábitats al aire libre como en cueva (Terra do Manuel, Cabeza do Porto Marinho, Buraca Escura). (Zilhão, 1997). En el caso de Cardina I la ocupación ha sido datada por termoluminiscencia de 5 fragmentos de cantos rodados de cuarcita (Mercier et al, 2001).

En la parte superior de este mismo nivel IV, la industria lítica evidenciaba, ya en 1995, otras características. Se recuperaron fragmentos de piezas de dorso grueso, partidas durante el proceso de fabricación, así como una punta gruesa de base truncada y dorso curvo obtenida por retoque bifacial (punta de Malaurie) y un segmento entero de cristal de roca. Estas características indicaban que la parte superior del nivel IV contenía una ocupación del Magdaleniense final, comparable, por la naturaleza de sus proyectiles a la facies Carneira del litoral extremeño portugués (con puntas de Malaurie, trapecios y

segmentos), que está datada tanto por C14, como por termoluminiscencia, en torno al 10.000 BP (Zilhão, 1997).

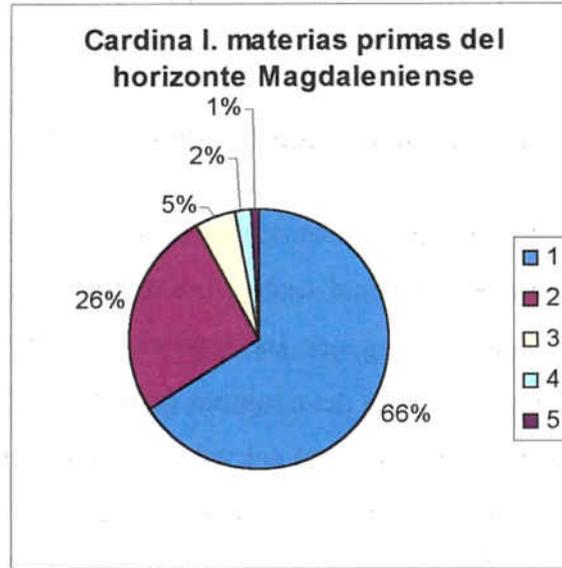
5.3.2.- Características generales de las industrias líticas de la cuenca baja del Côa.

El volumen de los distintos tipos de materia prima documentados varía de un yacimiento a otro, así como es también distinto entre diferentes horizontes culturales de un mismo yacimiento. En líneas generales, podemos establecer que el binomio cuarzo/cuarcita constituye casi el 99% del conjunto de materiales, mientras que el sílex no representa nunca más de un 2% del total del volumen de material de cada uno de los conjuntos (Aubry et al, -e.p1-). Las proporciones relativas de cuarzo y cuarcita dependen más de la proximidad de uno u otra en el marco del medio ambiente local, que de limitaciones técnicas o culturales (Aubry et al, -e.p 3-).

YACIMIENTO	CRONOLOGÍA	CUARCITA	CUARZO	CRISTAL	OTROS	SÍLEX
Fariseu (nivel 3)	Magdaleniense final	19,8%	78,2%	0,1%	0,7%	1,2%
Quinta da Barca	Magdaleniense	11,8%	77,4%	1,6%	9,0%	0,2%
Olga Grande 6	Magdaleniense final	59,6%	39,6	0,7%	0,7%	0,0%
Olga Grande 4	Magdaleniense final	52,9%	42,9%	1,5%	0,9%	1,7%
Cardina I	Magdaleniense final	66%	26%	2%	5%	1%

Fig. 170. Porcentajes de las materias primas documentadas en los yacimientos de la cuenca baja del Côa.

En líneas generales, la excavación del yacimiento de Cardina I ha proporcionado un conjunto industrial de carácter marcadamente polilitológico (fig. 170), es decir, con una amplia variedad de litologías representadas de orígenes distintos. El volumen de los diferentes tipos de material es variado. La cuarcita es el material más abundante, representa el 66% del total de la industria lítica en el horizonte Magdaleniense final, mientras que el cuarzo se encuentra en segundo lugar, con el 26%. Otras rocas se sitúan en torno al 5%, (riolita, microgabro, microcuarcita...). El cristal de roca representa el 2% y el sílex representa apenas el 1% del total de materiales exhumados (Aubry et al -e.p1-).



La extrema escasez de sílex de dimensiones “aceptables” entre los materiales recuperados, así como la total ausencia de núcleos prismáticos de sílex, sugiere que las distintas variedades de este material silíceo fueron introducidas en el registro arqueológico como productos ya manufacturados, es decir, en forma de útiles. Así pues parece ser que queda claramente establecida la fracturación espacio temporal de la cadena de producción lítica. La fabricación de los útiles de sílex tuvo lugar en algún lugar fuera de los yacimientos analizados. Si bien en algunos casos, útiles amortizados, se ha evidenciado el reaprovechamiento de útiles fracturados como núcleos para la confección de nuevos tipos de utensilios. Este comportamiento económico de reaprovechamiento técnico nos indica que el sílex era considerado un bien útil y preciado, que se cuidaba con esmero, aún más si tenemos en cuenta la falta de fuentes de aprovisionamiento en el valle del Còa.

5.4.- ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS.

5.4.1.- Introducción.

Este trabajo, aún en curso, es uno de los primeros resultados del programa de colaboración establecido entre el *PAVC* y el *SERP*, que cuenta con el patrocinio del IPPAR y del MEC, a través del programa de excavaciones arqueológicas en el exterior de la Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales.

El conjunto de materiales recuperados en los distintos yacimientos del valle del Còa ha sido analizado desde distintas ópticas relacionadas con las materias primas. En un primer momento, el interés por establecer la importancia a nivel regional de los distintos conjuntos industriales líticos recuperados, llevó a la realización de amplias prospecciones (Zilhão et al, 1995). Una vez establecida las principales áreas fuente de los materiales más abundantes en dichos conjuntos (cuarcita, cuarzo,...) se desarrollaron políticas más específicas de prospección sobre determinados materiales (cuarzo hialino ahumado, sílex...). El cuarzo hialino ahumado ha sido documentado cerca de la confluencia del Duero con el Sabor. La microcuarcita verde (tipo 14 de nuestra lista-tipo de materiales) se ha localizado en la localidad de Freixo de Numao (a unos 20 Km. al noroeste del yacimiento). Al mismo tiempo se llevó a cabo la caracterización de dichos materiales según distintos protocolos técnicos como la petrografía del sílex, o la espectrometría de masas (Aubry et al - e.p1-; Carvalho, 2001).

5.4.2.- Las prospecciones de afloramientos.

5.4.2.1.- Introducción.

El primer elemento a tener en cuenta, para llevar a cabo un estudio de tantas materias primas, en una región tan compleja, geológicamente hablando, como la de la cuenca baja del Còa, ha sido la constitución de una colección de materiales de referencia a partir de la prospección, en base a la cartografía geológica regional, y la comparación entre muestras geológicas y arqueológicas. Este hecho ha permitido establecer 24 categorías (o tipos) de elementos líticos distintos. La prospección de materias primas se

basó en la definición de tres áreas geográficas de distinto radio (local, regional, exógeno). Si bien nosotros no somos partidarios de referenciar los conceptos: local, regional y exógeno, única y exclusivamente con distancias kilométricas concretas, mantenemos en esta exposición las definiciones dadas en la obra de Carvalho (2001). Entenderemos por fuente local aquella situada en un radio inferior a los 5 Km. del yacimiento analizado, la fuente regional es aquella que se encuentra en un radio de 50 Km. del yacimiento analizado. Finalmente entendemos por fuentes exógenas aquellas situadas entre 150 Km. y 250 Km. del valle.

5.4.2.2.- Prospecciones y afloramientos de las otras materias primas.

El cuarzo es el material más abundante en el contexto geológico local. Es fácilmente accesible y aparece en grandes cantidades en las inmediaciones de los distintos yacimientos. Se encuentra estratificado, tanto entre los esquistos como entre los granitos, también aparece en forma de bloques de materia prima en las laderas del valle, y como cantos rodados, de diversos tamaños, en los depósitos aluviales.



Fig. 171. Bloque de cuarzo documentado en la ladera del Cõa, junto a Cardina I (foto del autor).

Este material muestra, al mismo tiempo, una amplia variedad de aspectos y calidades (Aubry et al - e.p1-). El desplazamiento del cuarzo no supera apenas algunas decenas o centenas de metros (Aubry et al - e.p3-).

El cuarzo hialino, o cristal de roca, es también de origen local. Se encuentra estratificado, en posición primaria, en los esquistos, a menos de 5 Km. de cualquiera de los yacimientos analizados. Una variante distinta, un cristal de roca ahumado, mucho

menos abundante, ha mostrado una localización específica de carácter regional, a algunas decenas de Km. de los yacimientos (Aubry et al - e.p3-).

La cuarcita, al igual que el sílex, no es una materia prima cuyos afloramientos primarios puedan situarse en el radio local de los yacimientos. Sin embargo, su abundancia entre los materiales exhumados, y la recuperación de bloques enteros en los yacimientos arqueológicos, sugieren un origen regional en posición secundaria (Zilhão et al, 1995). Un tipo concreto de cuarcita, de morfología estratificada, ha sido localizada en posición primaria en la formación San Gabriel (tipo: Qzt 3), así como en la margen derecha del río Duero. También de rango regional es otro aprovisionamiento, el de la silicificación de grano fino de la región de Almeida (tipo 10), y el de la microcuarcita verde (tipo 14).

Una arenisca con cemento opalino (tipos 11 y 12) se documentó a un centenar de Km. en la región de Salamanca, aunque es probable que también exista a menor distancia.

En lo referente a las materias primas sedimentarias silíceas, nuestro objetivo era establecer las áreas fuente de materia prima susceptibles de haber proporcionado material lítico a los habitantes de la cuenca baja del Côa, y más particularmente, del yacimiento de Cardina I, durante el Paleolítico superior. El interés principal del análisis de materias primas sedimentarias silíceas se encuentra, como hemos visto anteriormente, en la total ausencia de este tipo de material en el contexto litológico regional. Sin embargo, a pesar de su escasez entre los materiales líticos recuperados (el sílex apenas alcanza jamás más del 2% del volumen total en los conjuntos documentados), muestra unas variantes de tipos que podemos considerar muy uniformes, es decir, hay poco sílex pero siempre encontramos los mismos tipos de sílex independientemente del yacimiento que analicemos. Esta repetición casi sistemática de tipos de sílex documentados, nos ha llevado también a plantearnos diversas hipótesis interpretativas sobre el origen de dichos conjuntos, y sus mecanismos de formación (Aubry et al, -e.p1-; Aubry, 2001).

5.4.2.3.- Aproximación macroscópica a los materiales arqueológicos.

En primer lugar, llevamos a cabo en el laboratorio una aproximación macroscópica, con lupa binocular, a los materiales arqueológicos. De este modo, podíamos establecer una primera caracterización de los distintos tipos de sílex, que se documentan en el

yacimiento, así como posibles variaciones de aspecto de un mismo material. Fruto de este primer estadio de observación obtuvimos una “lista-tipo”, tipos del 1 al 9, de los distintos sílex documentados en Cardina I. En la siguiente tabla presentamos sus respectivas definiciones.

TIPO DE SÍLEX	CARACTERÍSTICAS
Sílex 1	Sílex subtranslúcido a translúcido, de coloración marrón a marrón rojiza. Grano fino o muy fino. Calidad muy alta. Calcedonia. Inclusiones de óxidos de hierro (en ocasiones zonales) y granos de cuarzo detrítico. Microgeodas de cuarzo.
Sílex 2	Sílex subopaco a opaco, de coloración beige a marrón clara. Grano muy fino a fino. Microgeodas de cuarzo. Macrofósiles. Córtex calizo de aspecto rodado y neocórtex. Inclusiones de óxidos de hierro subcorticales.
Sílex 3	Sílex opaco de coloración gris verdosa clara a gris verdosa oscura. Grano fino o muy fino. Fractura ligeramente brillante (¿presencia de ópalo?). Secciones de mesofósiles asociadas a cemento ferruginoso. Óxidos de hierro filamentosos. Restos de córtex calizo de aspecto rodado.
Sílex 4	Sílex translúcido a subtranslúcido, de coloración grisácea. Grano fino, en ocasiones medio. Microgeodas rellenas de microcristales (¿cuarzo?). Córtex calizo pulverulento de aspecto rodado. Pátina blanca.
Sílex 5	Idéntico al anterior con inclusiones difusas de tonalidades negras. Existe una variante muy translúcida de grano muy fino.
Sílex 6	Sílex opaco a subopaco de coloración beige a gris clara, tapizado por microgeodas vacías, asociadas a óxidos metálicos. El córtex calizo de espesor milimétrico.
Sílex 7	Sílex opaco de coloración grisácea o negra. Grano muy fino y fractura brillante (¿ópalo?). Fibras de calcedonia. Restos de carbonato (¿micrita?). Aspecto marmóreo. Córtex calizo de aspecto rodado.
Sílex 8	Sílex opaco de fractura mate, coloración marrón anaranjada. Inclusiones de óxidos de hierro filamentosos, inclusiones metálicas, inclusiones dendríticas de color negro a marrón oscuro. Existe una posible variante translúcida de grano más fino.
Sílex 9	Sílex opaco de coloración rojiza intensa, grano muy fino y aspecto cualitativo muy alto. Inclusiones muy abundantes de óxidos de hierro e inclusiones blancas (¿calcedonia?)

5.4.2.4.- Prospecciones y afloramientos de sílex.

En segundo lugar iniciamos las prospecciones, elemento fundamental para contextualizar geográfica y geológicamente el yacimiento, con sus recursos minerales, ya que la escala excesivamente grande de la cartografía geológica no suele representar los afloramientos de pequeño tamaño. Por este motivo, debemos recurrir al trabajo de campo como elemento fundamental para elaborar nuestro propio registro geológico, que después comparamos, en el laboratorio, a nivel microscópico con los materiales arqueológicos.

Todas las muestras se han analizado y descrito microscópicamente en el Dpto. de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica de la Universidad de Barcelona.

El afloramiento de sílex más cercano al valle del Côa se encuentra en la margen derecha del río Duero, a unos 50 Km. Sin embargo, este material nunca ha aparecido representado en el registro arqueológico (Carvalho, 2001), por este motivo, no ha sido analizado microscópicamente.

Las otras fuentes de sílex documentadas, ya fuesen afloramientos en posición primaria, como en posición secundaria, se sitúan a distancias siempre superiores a los 100 Km., es decir, en un área de aprovisionamiento exógeno a la región, en zonas donde la naturaleza sedimentaria de las rocas hace factible la localización de sílex. (Aubry et al, - e.p1-; Fullola y Mangado, 2000). Las áreas prospectadas estaban constituidas litológicamente por calizas tanto de origen continental como marino. Las primeras, están documentadas en las formaciones continentales lacustres miocenas, de diferentes zonas de las cuencas de los afluentes de la margen izquierda del Duero (Fabián, 1997) y de la cuenca del Tajo (Bustillo, 1976). Las silicificaciones marinas más próximas se localizan a 150 Km. en las calizas jurásicas de la cuenca baja del río Mondego, y a 250 Km. en la cuenca sedimentaria de la Estremadura portuguesa (Aubry, 2001). Las formaciones cretáceas y terciarias con silicificaciones del País Vasco aún se encuentran más alejadas (Tarrío y Aguirre, 1997).

5.4.2.5.-Resultados de las prospecciones y caracterización macroscópica y microscópica de los materiales.

5.4.2.5.1.- La primera área prospectada. Afloramientos portugueses.

La primera área prospectada fueron las calizas del Dogger (bajociense, Jurásico medio) y los depósitos nerito-lagunares de la región de Anadia-Sangalhosa (liásicos, Jurásico inferior) del tramo final del a cuenca del río Montego, antes de su desembocadura en Figueira da Foz. Los sitios localizados con sílex fueron cinco, que nos fornecieron de numerosas muestras.

A.- sílex de “Outil” (OU).

El primer afloramiento localizado fue “Outil”. Los sílex fueron recogidos en superficie, en los campos, aunque también localizamos algunos pequeños nódulos incluidos aún en las calizas bajocienses que los contenían. Se recuperó también gran variedad de restos líticos tallados, que nos permiten hipotetizar sobre su posible explotación prehistórica, aunque las características de los materiales recuperados no nos permiten establecer ninguna cronología para tal explotación.

A.1.- Caracterización macroscópica.

De este afloramiento analizamos macroscópicamente 16 restos, identificados con las siglas OU y numerados de manera correlativa.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Bajonc	-	-	Opaco	Sí	Sí	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
lisa	Fino/medio	Muy alta	CaCO ₃ /OFe	Sí	Anillos Liesegang	

Fig. 172. Principales características macroscópicas de definición del sílex de “Outil”.

Fundamentalmente se trata de un sílex opaco tanto en lascas gruesas como delgadas. No hemos establecido ningún color de referencia dado el aspecto patinado de la mayoría de las muestras. La textura de grano fino a medio, y de superficie lisa al tacto confiere a

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos líticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior Final y el Epipaleolítico.

este material una calidad de talla “aceptable”. Entre las muestras que presentan córtex este es calizo, mayoritariamente pulverulento, a menudo con pátinas ferruginosas que lo tiñen de rojo o marrón. Entre las inclusiones podemos destacar a simple vista la presencia de anillos Liesegang, la presencia de relictos de carbonato cálcico y de puntos de óxidos de hierro, así como evidencias muy alteradas de bioclastos.

A.2.- Caracterización microscópica de las muestras bajocienses.

Las muestras analizadas petrográficamente fueron dos (OU 12 y OU 15), cuyas características se pueden observar en la tabla siguiente:

MQ	mq	mq	Lfs	Lsl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
10%	No	70%	2%	No	?	No	10%	No	5%	No	5%	No	OU12	Bajoc
No	No	60%	2%	No	No	No	30%	No	10%	No	No	No	OU15	Bajoc

Fig. 173. Principales características microscópicas de definición del sílex de “Outil”.

Ambas muestras se caracterizan por tener una textura principal de tipo criptocristalino ($\pm 70\%$), tendente, en ocasiones, a microcristalino. La presencia de megacuarzo es aleatoria.

El cuarzo fibroso es del tipo *length-fast*. Se presenta principalmente bajo morfologías esferulíticas, aunque también hemos documentado formas botroidales como cemento de 1ª generación de tipo *rim* en el relleno de porosidad.

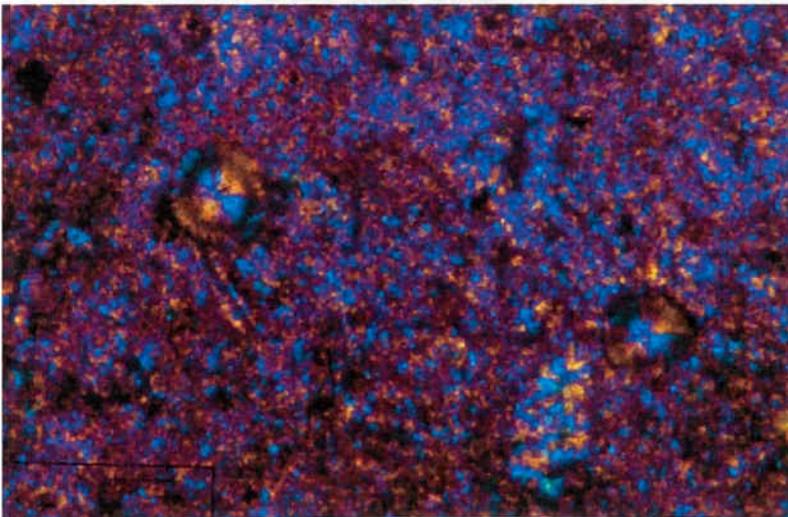


Fig. 174. Esferulitos length-fast. MGLP OU 15. 10x. NC y comp. (foto del autor).

Los principales elementos no silíceos documentados son los bioclastos, con un grado de conservación variable, se observa una textura general con radiolarios (fig. 175) junto con foraminíferos (fig. 176), un posible briozoo, ostrácodos, gasterópodos y fragmentos de valvas, en el córtex, substituidas por sílice.

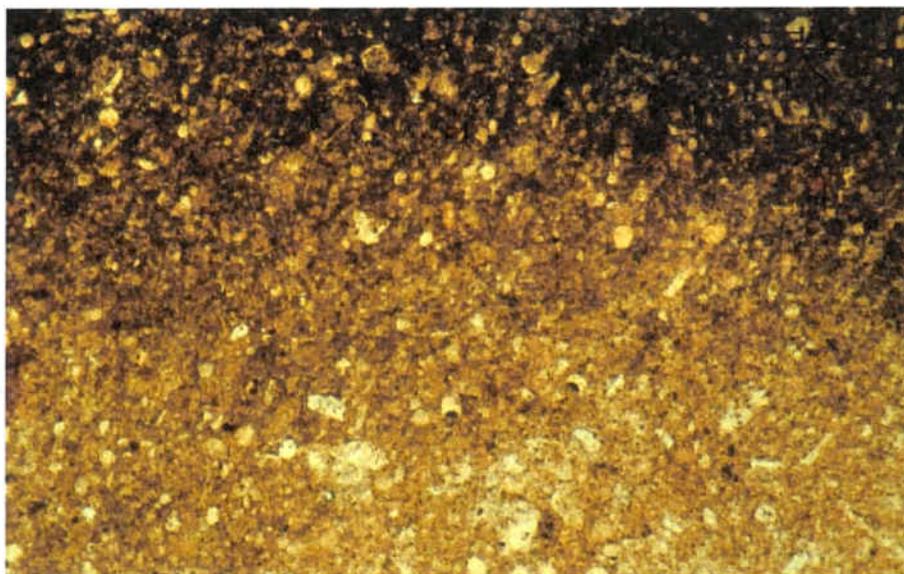


Fig. 175. Textura general de radiolarios. MGLP OU 15. LP. 2'5x. (foto del autor).

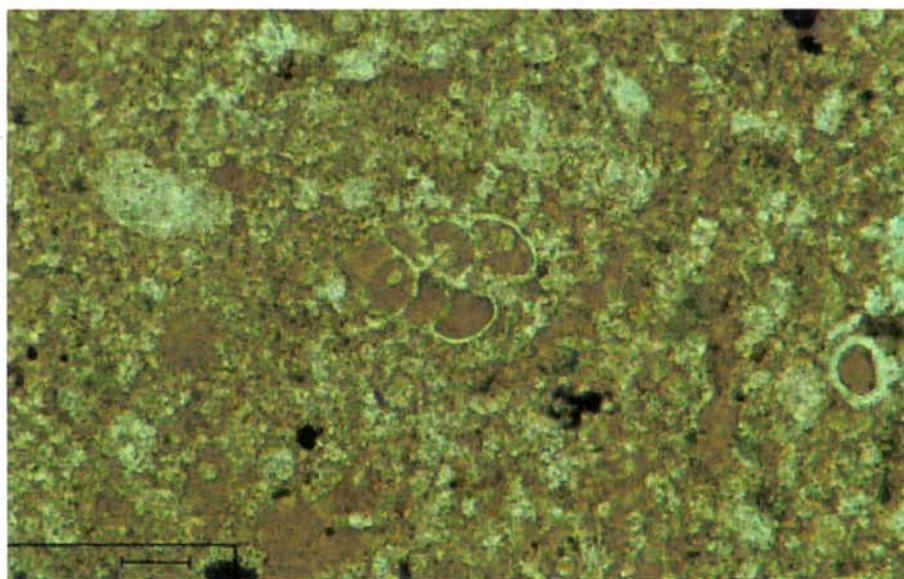


Fig. 176. Sección de foraminífero. MGLP OU 15. LP. 10x. (foto del autor).

Estas valvas son típicas del Jurásico. El fango micrítico es la textura caliza dominante, documentándose también la presencia de pseudomorfos de elementos espiculares. También documentamos en la textura la presencia de gránulos criptocristalinos de

La caracterización y el aprovisionamiento de los recursos líticos en la Prehistoria de Cataluña. Las materias primas silíceas del Paleolítico Superior Final y el Epipaleolítico.

hematites, en porcentaje variable, pues la muestra OU15, presentaba ya macroscópicamente, un aspecto claramente alterado por pátina ferruginosa.

El sílex bajociense presenta numerosas similitudes, tanto a nivel macroscópico como microscópico, con las muestras MALP 5.07 y 5.08 del tipo 2 de nuestra clasificación de material arqueológico de Cardina I.

MQ	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
10%	No	75%	5%	No	No	No	10%	No	No	No	Test	No	MALP5.7	2
5%	-	35%	10%	No	No	No	48%	No	2%	No	No	Si	MALP5.08	2
Test	-	40%	10%	No	No	20%	2%	No	30%	No	No	8%	MALP5.09	2

Fig. 177. principales características microscópicas de definición del sílex del tipo 2.

El tipo 2 se caracteriza microscópicamente por la textura de cripto/microcuarzo, resulta muy difícil discernirla al microscopio. Presenta también algunos mosaicos de megacuarzo. Por lo que respecta al cuarzo fibroso este es del tipo *length-fast*, en forma de abanicos de fibras principalmente, que se sitúan como cemento de primera generación de tipo *rim* en el relleno de porosidad, o como textura de sustitución de restos fósiles carbonatados de tipo peloide (MALP 5.07 y 5.08).

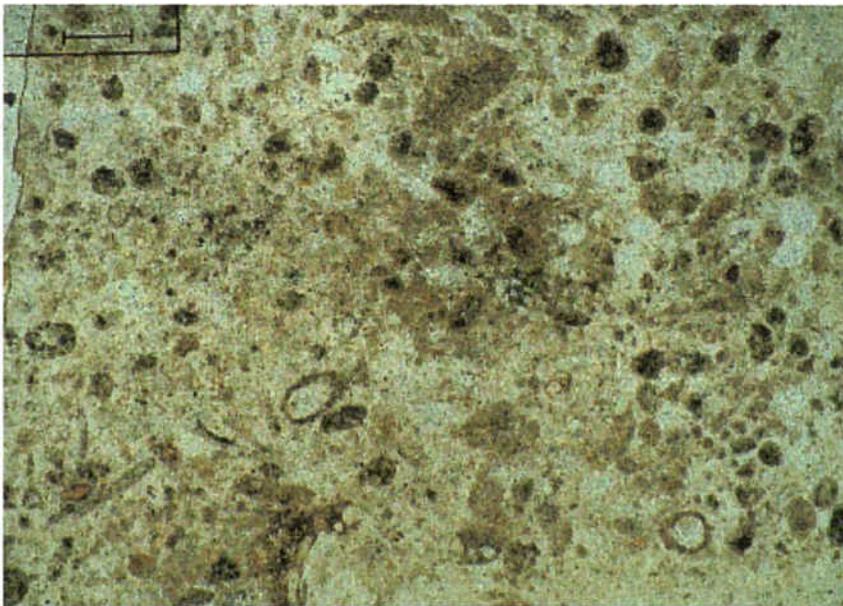


Fig. 178. Textura peloide. MALP 5.07. LP. 10x. (foto del autor)

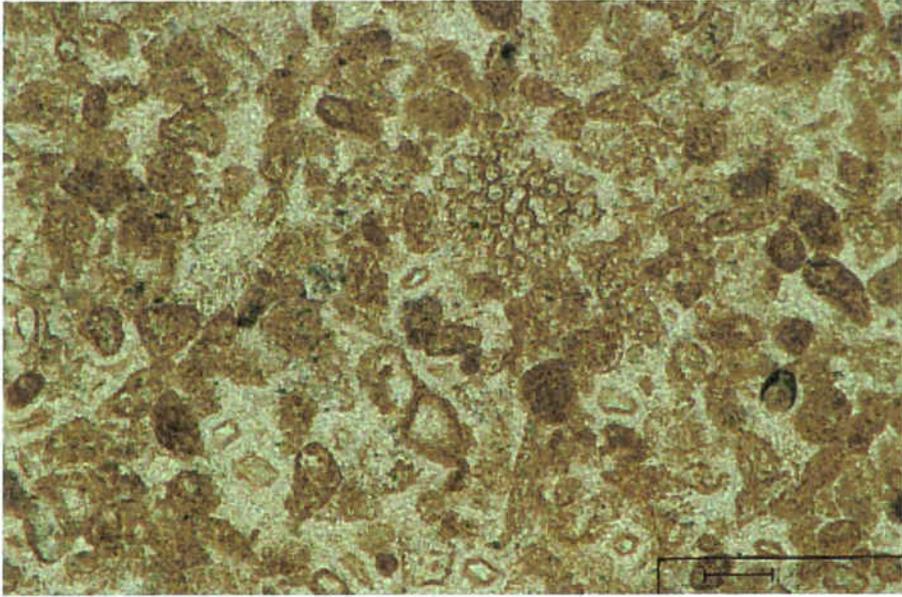


Fig. 179. Textura peloide. MALP 5.08. LP. 10x. (foto del autor)

El tipo 2 no presenta con claridad fases opalinas. Tampoco documentamos evidencias de elementos fósiles silíceos en las muestras MALP 5.07 y 5.08, en cambio son muy abundantes en la MALP 5.09.

Por lo que respecta a los componentes no silíceos, las muestras han presentado restos de carbonato original, bien en forma de microgránulos de micrita, bien como bioclastos (fragmento de briozoo y fragmento de bivalvo en MALP 5.07 y 5.08).

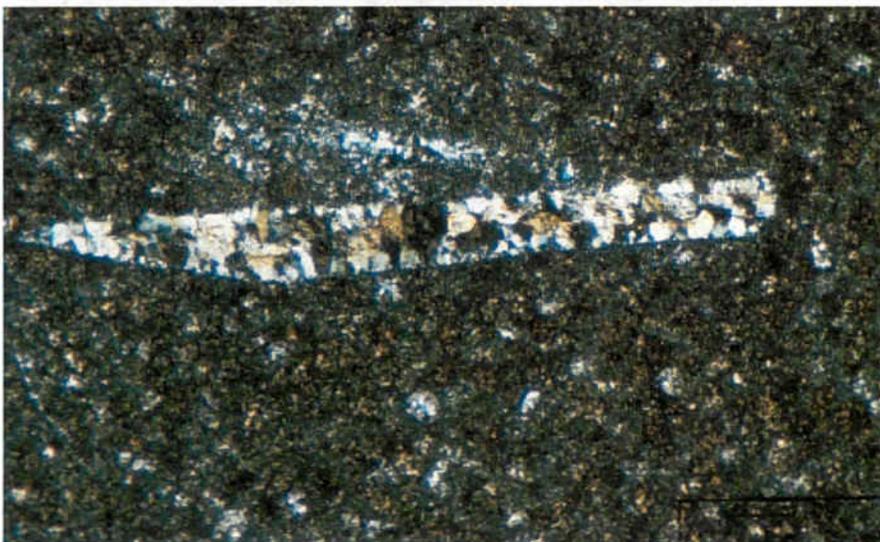


Fig. 180. Fragmento de bivalvo. MALP 5.08. NC . 5x (foto del autor)

O bien en forma de romboedros de dolomita (MALP 5.09).

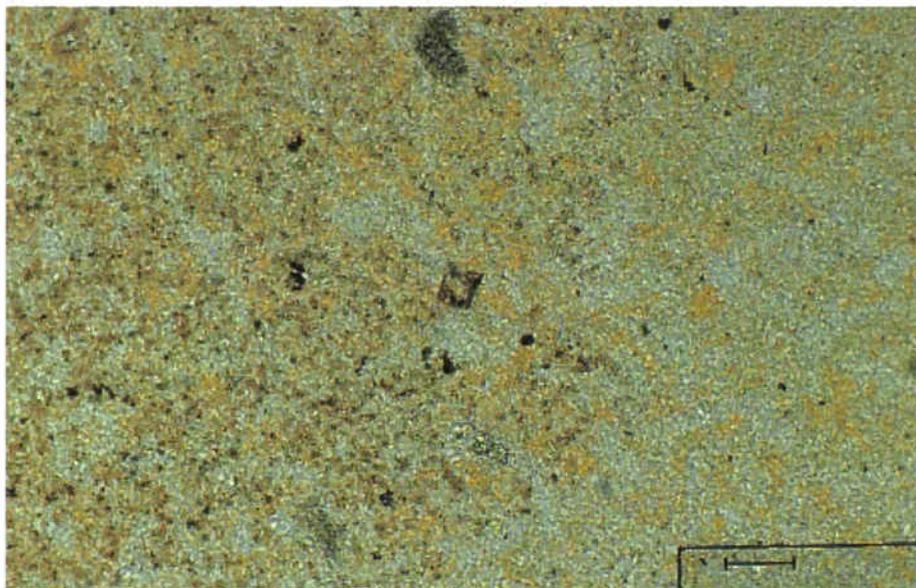


Fig. 181. Romboedro de dolomita y óxidos/hidróxidos de hierro MALP 5.09. LP. 2'5x (foto del autor).

Finalmente destaca la proporción baja, en general de los óxidos de hierro (MALP 5.07 y 5.08). En la muestra 5.09 (fig. 181), la presencia elevada, de óxidos e hidróxidos de hierro se vincula a la posible circulación intersticial de fluidos, en ambiente oxidante, a través del sedimento compactado, o en vías de compactación. Destaca también la proporción baja terrígenos y la total ausencia de evidencias evaporíticas en las muestras.

Del conjunto de características observadas creemos que se puede situar las muestras 5.07, 5.08, y probablemente 5.09, en un ambiente de deposición calcítico, posiblemente marino y relativamente profundo, con microfósiles (Scoffin, 1987). La muestra MALP 5.09 presenta ligeras diferencias abundancia de óxidos de hierro y la documentación de cristales de dolomía pueden reflejar un medio sedimentario ligeramente distinto.

Sin embargo, la caracterización de las muestras arqueológicas y las geológicas no coincide con la exactitud esperada. Por este motivo pensamos que el punto de captación de la materia prima, no se sitúa en el afloramiento de "Outil", sino en algún otro punto, aún por determinar. Este hecho no tiene, sin embargo a nuestro entender, mayor importancia, si tenemos en cuenta la gran extensión geográfica que suelen presentar los afloramientos jurásicos. La variabilidad del sílex, como hemos evidenciado en capítulos precedentes puede ser extrema, incluso a escala de una misma formación. Por este

motivo nos basamos en todo el conjunto de parámetros observados para establecer la génesis del tipo 2, muestra MALP 5.07, 5.08 y 5.09, en las calizas del Bajociense.

B.- Sílex de « Caxarias ».

El segundo sílex analizado microscópicamente fue recuperado en posición secundaria en los conglomerados miocenos de la zona de Caxarias, aunque originariamente se corresponderían a un sílex Cenomaniense (Aubry, com. pers).

B.1.- Caracterización macroscópica.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Cenom	Versicolor	Lisa	Opaco	Sí	Sí	Sí
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy lisa	Muy fino	Muy alta	OFe	Sí	En posición secundaria	

Fig. 182. Principales características macroscópicas de definición del sílex Cenomaniense.

Macroscópicamente se trata de un sílex opaco, aunque tiende a translúcido cuando el soporte de talla es delgado. Presenta un tamaño de grano muy fino y unas superficies muy lisas que le confieren “a priori” una aptitud para la talla muy elevada. Los córtex documentados sobre las seis muestras analizadas es calizo blanco y rodado – normal en muestras en posición secundaria-, con cierto aspecto pulvurulento. Entre las inclusiones observadas con la lupa binocular destacan los óxidos de hierro, así como posibles restos de espículas silíceas.

B.2.- Caracterización microscópica de las muestras geológicas cenomanienses.

Las muestras analizadas microscópicamente ascendieron a cinco. En la siguiente figura se pueden observar los principales elementos de caracterización.

MQ	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
5%	No	75%	10%	No	2%	?	5%	No	2%	No	5%	2%	MGLP5.02	Cenom
2%	No	78%	5%	No	?	?	5%	No	5%	No	5%	No	MGLP5.03A	Cenom
5%	No	75%	10%	No	?	Si	2%	No	5%	No	5%	Test	MGLP5.04	Cenom

5%	No	80%	5%	No	No	?	2%	No	5%	No	Test	No	MGLP5.05	Cenom
2%	No	88%	5%	No	?	?	5%	No	Test	No	Test	No	MGLP5.06	Cenom

Fig. 183. Principales características microscópicas de definición del sílex Cenomaniense.

En todas las muestras la textura principal es el mosaico de criptocuarzo, acompañada de pequeños mosaicos de hábito *blocky* de cristales anédricos de macrocuarzo con extinción ondulante, que aparece como cemento de relleno de porosidad, tanto en la textura principal (cemento de primera generación) (fig. 184), como del interior de posibles valvas de moluscos (cemento de segunda generación).

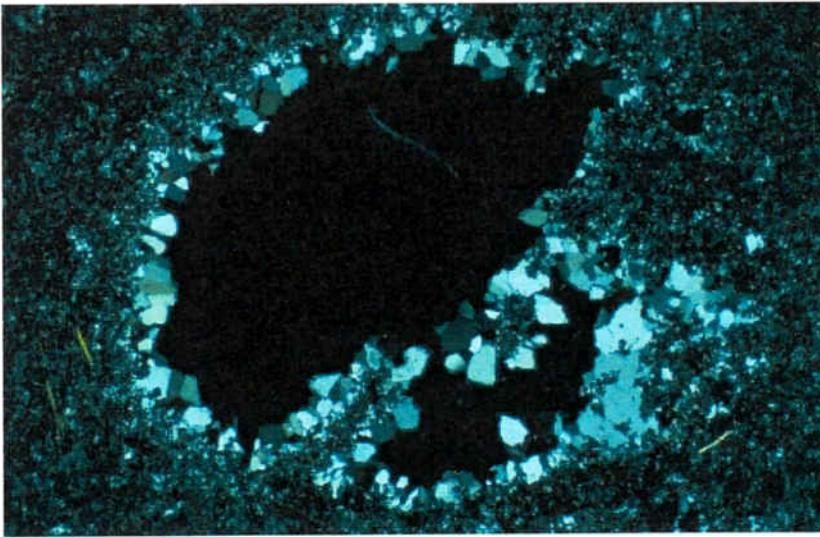
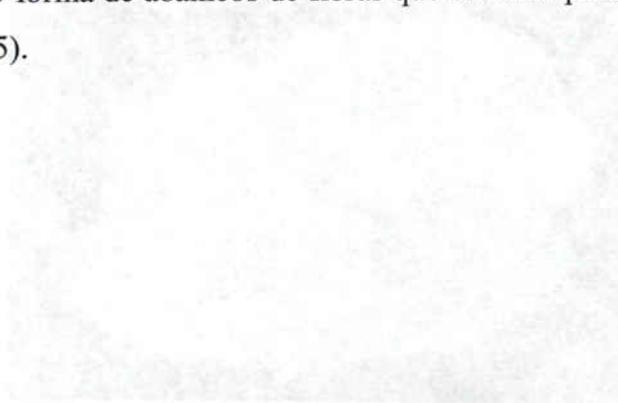


Fig. 184. Mosaico de macrocuarzo como cemento de relleno de porosidad de primera generación. MGLP 5.02. NC.2,5x (foto del autor).

La calcedonia de elongación negativa, es la única textura de cuarzo fibroso documentada, bajo forma de abanicos de fibras que rellenan porosidad en el interior de bioclastos (fig. 185).



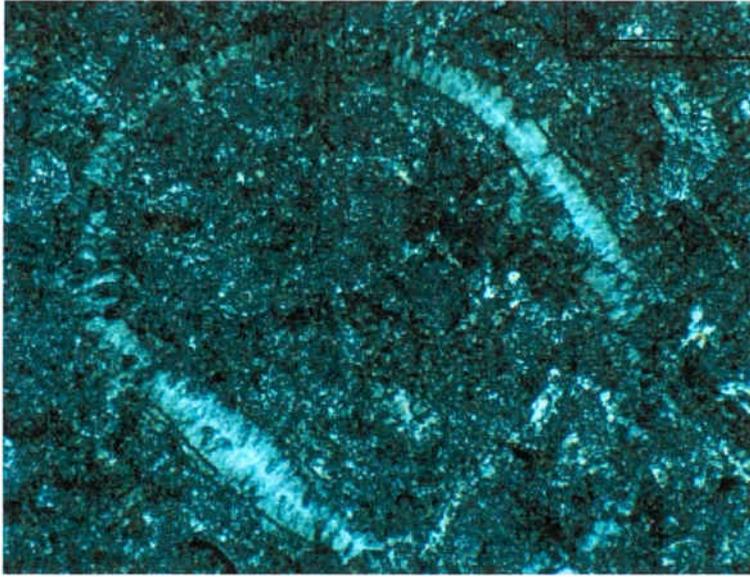


Fig. 185. Calcedonia de elongación negativa en el relleno de porosidad en el interior de un bioclasto.
MGLP 5.03. NC. 10x. (foto del autor)

También hemos documentado morfologías calcedoníticas esferulíticas. En algunas de las muestras se observa la posible presencia de ópalo en proceso de maduración (¿ópalo CT?), así como restos muy alterados de espículas silíceas.

Entre los componentes no silíceos destacan los terrígenos en la mayoría de las muestras. Por un lado, cristales de cuarzo subredondeados y con vacuolas (fig. 186). El cuarzo con abundancia de vacuolas deriva de una fuente de origen de baja temperatura, como son los filones hidrotermales (Adams et al, 1984). Por otro lado, pajuelas de mica, probablemente moscovita, (fig. 187) en las tres primeras muestras (MGLP 5.02, 5.03A y 5.04).

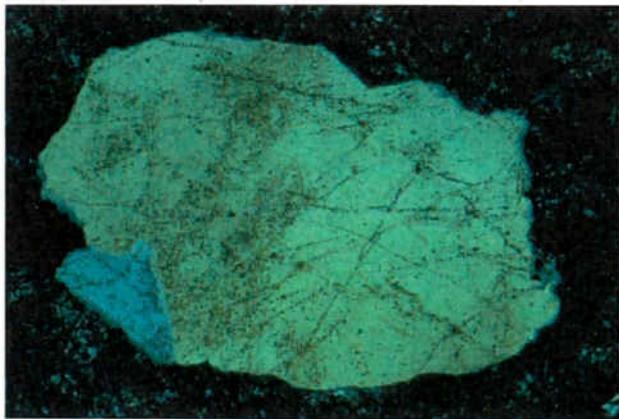


Fig. 186. Clasto de cuarzo con vacuolas. MGLP 5.02. NC. 5x. (foto del autor).

Una textura carbonatada similar, de tipo peloide, aunque en este caso bien conservada, se ha documentado en las láminas delgadas de las muestras arqueológicas del tipo 2, atribuidas microscópicamente al Bajociense (MALP 5.07 y 5.08). Las muestras MGLP 5.02, 5.03A y 5.04 nos resultan en especial problemáticas, ya que por un lado, presentan textura peloide, elemento que hemos considerado característico del tipo arqueológico 2 (bajociense), mientras que por otro lado, presentan pajuelas de mica, elemento de caracterización que hemos considerado como propio de estas muestras geológicas (cenomaniense). Sin embargo, pensamos que estas muestras geológicas guardan una relación más estrecha con los materiales arqueológicos definidos como tipo 1 (fig.189), que no con los bajocienses del tipo 2. Establecemos esta vinculación en base a los porcentajes de la textura microcristalina, las evidencias aunque mal conservadas de textura peloide, la presencia de ópalo CT, las pajuelas de mica y los distintos fósiles calizos documentados.



Fig. 189. Textura general de la MALP 5.03, del tipo 1. Valva con macrocuarzo. Obsérvense las pajuelas de mica. NC. 2x. (foto del autor)

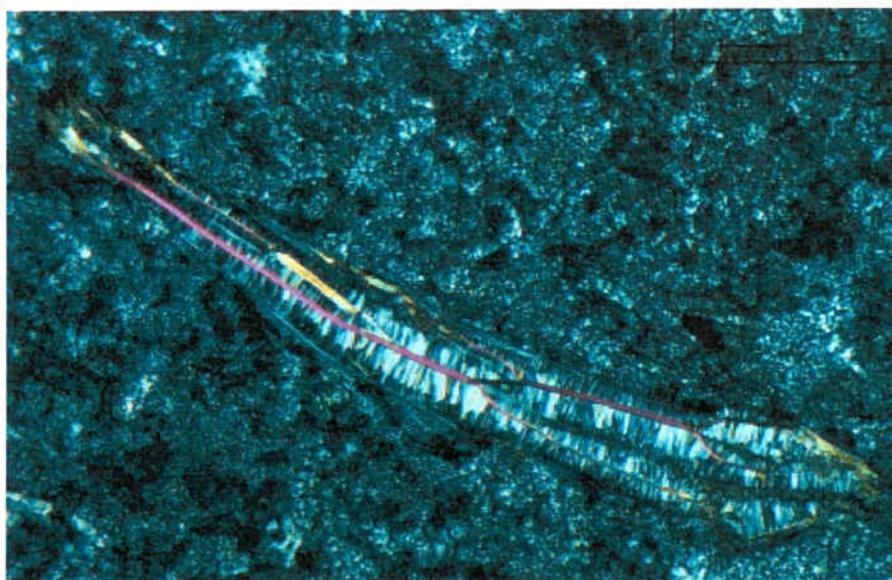


Fig. 187. Pajuelas de mica con calcedonia entre las hojas. MGLP 5.04.NC.5x. (foto del autor).

El porcentaje de partículas terrígenas detríticas en las otras dos muestras es mucho menor. Este elemento nos inclina a pensar que nos encontramos probablemente ante dos tipos distintos de silicificación, ya que las tres primeras muestras proceden de Caxarias, mientras que las dos últimas proceden de Rio Mayor (MGLP 5.05) y Caranguajeira (MGLP 5.06).

Otro elemento importante a destacar, en este caso entre los componentes no silíceos, es la textura bioclástica de tipo peloide, muy mal conservada, y con algún resto de foraminífero (MGLP 5.02, 5.03A, 5.04 y 5.06) (fig.188).



Fig. 188. Textura peloidal mal conservada. MGLP 5.02. LP. 10x. (foto del autor).

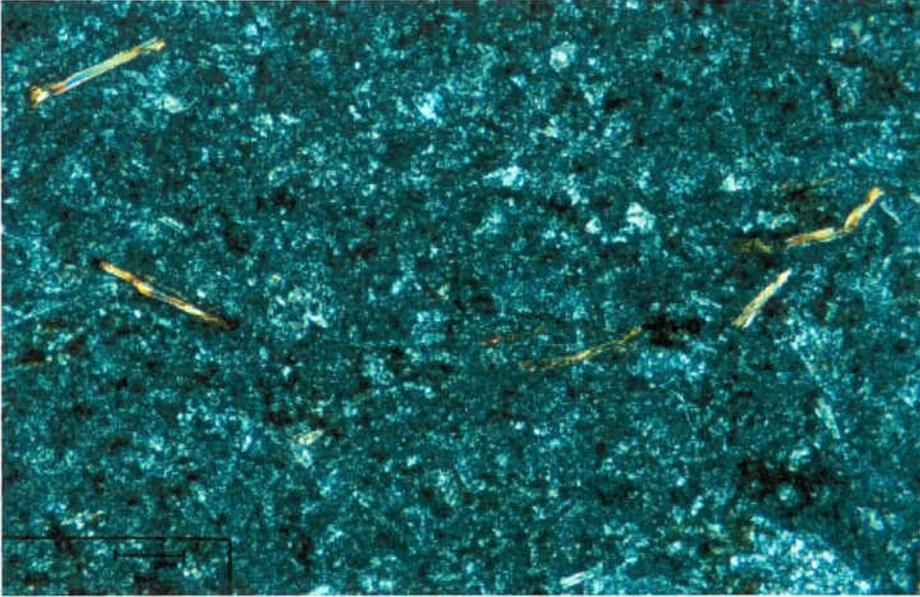


Fig. 190. Textura general de la MGLP 5.02. Obsérvense las pajuelas de mica. NC: 2'5x (foto del autor).

En la siguiente tabla (fig. 191) mostramos las características del tipo 1.

MQ	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
10%	No	80%	5%	No	No	No	8%	No	2%	No	No	No	MALP5.01	1
No	No	85%	5%	No	Si	No	8%	No	2%	No	Si	Si	MALP5.02	1
3%	No	80%	10%	No	2%	No	3%	No	2%	No	Si	No	MALP5.03	1
3%	No	95%	2%	No	?	Si	1%	No	No	No	No	No	MALP5.04	1
10%	No	80%	10%	No	No	Si	No	No	Si	No	?	2%	MALP5.05	1
Test	No	95%	4%	No	Si	?	No	No	Test	No	Si	No	MALP5.06	1

Fig. 191. Principales características microscópicas de definición del tipo 1.

Podemos concluir, por el momento, que la mayoría de muestras arqueológicas del tipo 1, pueden situarse en un ambiente de calizas marinas ricas en fósiles y peloides –“aguas salinas tranquilas con sustrato arcilloso (Scoffin, 1987). Este sería el medio sedimentario original también de las muestras geológicas (MGLP) 5.02, 5.03A, 5.04 (Caxarias) y 5.06 (Caranguajeira).

La muestra 5.05 (Rio Maior) procedería de un medio sedimentario también marino (calizas marinas ricas en fósiles, pero sin peloides).

C.- Sílex de “Sá”.

Basándonos en el trabajo de Soares de Carvalho (1946) prospectamos los depósitos nerito-lagunares de la región de Anadia-Sangalhos, en los que localizamos diversos afloramientos de sílex, tanto bajo forma de lenticulas, como de estratos continuos de grosor bastante uniforme.

Los estratos con sílex se localizan en dos franjas:

.- Una franja bastante estrecha fue localizada en Sá, en el corte de la carretera de Avelas de Caminho- Sá, a unos doscientos m. de las primeras casas de éste último, como ya había indicado Soares de Carvalho (1946): “Se trata de estratos discontinuos a de lenticulas, -en posición primaria-, de extensión poco importante. Aparecen asociadas con areniscas claras, por encima de un conjunto de estratos de areniscas, calizas y dolomías con fósiles de los estratos de Pereiros (Hetangiense)”. Estas areniscas, según Saporta (en Soares de Carvalho, 1946) contienen fósiles vegetales infraliásicos.

C.1.- Caracterización macroscópica

El material silíceo apareció muy fragmentado, aunque en posición primaria. De este afloramiento hemos analizado macroscópicamente tres muestras.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Lias	7.5R3/0	Lisa	Opaco/trans	-	Sí	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy rugosa	fino	Baja	OFe/CaCO ₃	-	Córtex calcoarenítico	

Fig. 192. Principales características macroscópicas del sílex Liásico de Sá.

Se trata de plaquetas de sílex de unos 5 cm. de grosor, con córtex calcoarenítico claro, de grosor considerable (alrededor de 1 cm.). El sílex es oscuro (color Munsell: 7.5R3/0 “very dark grey”), es opaco o translucido en función del espesor de los fragmentos. La aptitud para la talla es muy escasa dadas sus características de presentación, ya que a pesar de demostrar un tamaño de grano fino, la superficie del sílex es muy rugosa por la

presencia de innumerables fisuras que no lo hacen apto para la talla. Entre las inclusiones observadas con la ayuda de la lupa binocular debemos mencionar los óxidos de hierro, así como mosaicos de carbonato cálcico posteriores a la silicificación, que rellenan el espacio generado por las fisuras. Del mismo modo, la cantidad de materia prima que proporciona este afloramiento es, al menos en la actualidad, francamente escasa, por lo que consideramos que su potencial explotación fue, en caso de producirse, muy limitada.

C.2.-Caracterización microscópica de la muestra liásica

En el cuadro adjunto (fig. 193) podemos observar las características microscópicas principales de este material.

MQ	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
10%	80%	-	5%	No	No	?	5%	Si	Test	No	No	Test	Sá.3	Lias

Fig. 193. Principales características microscópicas de definición del sílex Liásico de Sá.

El constituyente principal de la muestra es el mosaico de microcuarzo, apareciendo mosaicos euédricos de hábito *blocky* de megacuarzo en el relleno de porosidad. El cuarzo fibroso es escaso, de la variedad *length-fast*, en forma de abanicos de fibras, algunos de los cuales *torsadée* (fig. 194).



Fig. 194. Calcedonia length-fast "torsadée".MGLP Sá 3. NC.5x. (foto del autor).

Los constituyentes no silíceos son muy escasos. Apenas se documenta la presencia de mosaicos de calcita/dolomía con cristales alterados por contactos de tipo cóncavo/convexo. Debemos destacar la presencia de carbonato cálcico posterior a la silicificación en el relleno de fisuras. El resto de componentes no silíceos sólo presenta escasos criptogránulos de óxidos de hierro (¿hematites?).

Ninguna de las muestras arqueológicas analizadas microscópicamente respondió a las características de esta muestra.

D.- Sílex de Pereiro.

El cuarto afloramiento localizado se denominó Pereiro (Per). El sílex localizado en dicha localidad corresponde a la segunda franja de estratos con sílex mencionados por Soares de Carvalho (1946). En este caso, los estratos ocupan una posición inferior a los estratos con fósiles de Pereiros (Hetangiense), aunque dichos depósitos también aparecen íntimamente asociados con los estratos de areniscas de matriz clara.

D.1.- Caracterización macroscópica

El sílex aparece en grandes placas, que proporcionan una gran cantidad de materia prima. El total de muestras analizadas macroscópicamente fue de 6.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Lias	5R3/1	Lisa	Opaco/trans	-	Sí	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy lisa	fino	Alta	OFe/CaCO ₃	-	Text. heterogénea	

Fig. 195. Principales características macroscópicas de definición del sílex de Pereiro.

Se trata de un sílex opaco-translúcido en función del grosor de los soportes tallados, de coloración roja-oscura bastante variable (color Munsell: 10R 3/4 “dusky red”, 5R 3/1 “dark redish gray”). El córtex en caso de aparecer es de tipo arenítico. El tamaño de grano es fino, su textura heterogénea y su superficie muy lisa, le confiere una calidad de talla elevada, a pesar de la presencia de microgeodas tapizadas por cristales de cuarzo

hialino. Entre las principales inclusiones observadas con la lupa binocular deben destacarse de manera especial los óxidos de hierro, bajo distintas morfologías, que confieren a alguna de las muestras un aspecto verdaderamente “jaspeado”. Podemos observar también a simple vista la presencia de esferulitos de cuarzo fibroso así como de pequeños enclaves de carbonato original.

D.2.- Caracterización microscópica de la muestra liásica

En la muestra analizada las características observadas fueron las siguientes:

MQ	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
10%	-	80%	10%	No	?	No	Test	No	6%	No	5%	Test	Per.3	Lías

Fig. 196. Principales características microscópicas de definición del sílex de Pereiro.

Entre los componentes silíceos destaca especialmente el mosaico de criptocuarzo como constituyente principal al que se asocian algunos mosaicos de megacuarzo de hábito *blocky*, con cristales que crecen de tamaño del exterior hacia el interior del mosaico. Se trata de mosaicos de relleno de porosidad. El cuarzo fibroso está representado exclusivamente por la variedad *length-fast*, tanto en forma de abanicos de fibras, como de esferulitos completos, algunos de los cuales de gran tamaño, son visibles a simple vista. En ocasiones estos esferulitos nuclean a partir de criptogránulos de óxidos de hierro. No se han evidenciado con claridad fases opalinas, ni tampoco se ha puesto de manifiesto la presencia de fósiles silíceos.

Entre los componentes no silíceos destacan muy especialmente los óxidos de hierro, que se presentan mayoritariamente como “playas” de criptogránulos, que confieren al material su tonalidad rojiza característica. También debe mencionarse en esta muestra la presencia elevada de terrígenos, tanto megacristales de feldespato (fig. 197) como pajuelas de mica (moscovita) (fig. 198), y algunos cristales de cuarzo detrítico de morfología subredondeada.

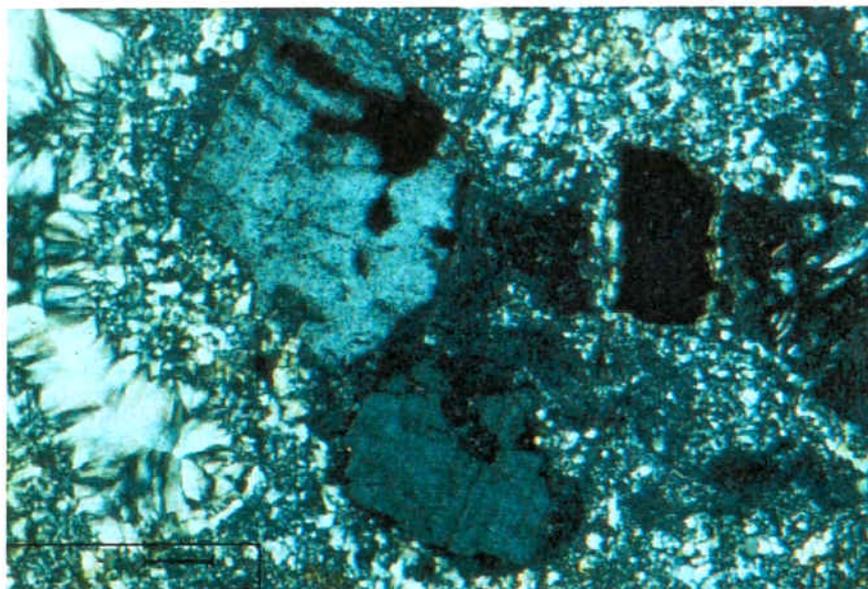


Fig. 197. Megacrystales de feldespato y formas botroidales de calcedonia.

MGLP. PER.3. NC. 5x. (foto del autor)

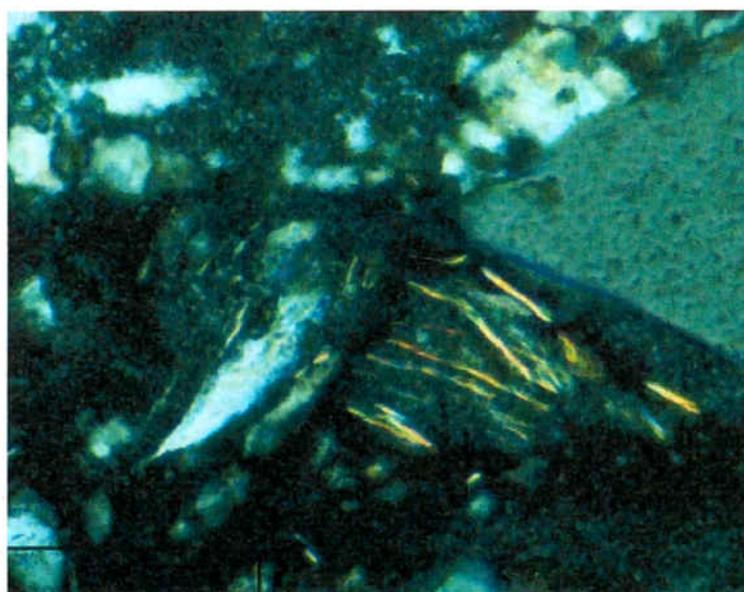


Fig. 198. Pajuelas de micas. MGLP. PER.3. NC. 20x. (foto del autor).

El origen de este sílex sería según Soares de Carvalho (1946) sinsedimentario y contemporáneo a las areniscas encajantes.

E.- Sílex de Quintela de Lapas (QDL).

El quinto afloramiento localizado fue Quintela de Lapas (QDL). El sílex recuperado pertenece al mismo estrato geológico que el anteriormente mencionado sílex de Pereiro. El afloramiento de gran superficie presenta los mismos bloques y placas de materia prima que el anterior, su característico color rojo intenso (color Munsell 5R2.5/3 “very dusky red”) evidencia en ambos casos la elevada presencia de partículas ferruginosas, que en el caso de Quintela de Lapas queda claramente establecida, por la vinculación en dicha área de una mina de hierro junto a los estratos silíceos.

E.1.- Caracterización macroscópica

Las muestras analizadas macroscópicamente fueron cuatro (fig. 199).

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Lias	5R2.5/3	Lisa	Opaco	-	Sí	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy lisa	Muy fino	Muy alta	OFe/terrigenos	-	Text. heterogénea	

Fig. 199. Principales características macroscópicas de definición del sílex de QDL.

Éstas muestras presentan aspecto opaco, tanto en soporte grueso como delgado, un tamaño de grano muy fino y unas superficies de lascado muy lisas que confieren a los soportes una calidad muy alta. El córtex en caso de aparecer es de tipo arenítico. Entre los componentes observables, con la ayuda de la lupa binocular, debemos destacar los óxidos de hierro, a menudo de morfología dendrítica. También se documenta la presencia a simple vista de esferulitos de calcedonia y de granos terrígenos de cuarzo.

E.2.- Caracterización microscópica de la muestra liásica

En la tabla adjunta (fig. 200) podemos observar las principales características de definición microscópica de este material silíceo.

MQ	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
10%	-	70%	10%	No	?	No	Test	No	6%	No	5%	Test	QDL.3	Lías

Fig. 200. Principales características microscópicas de definición del sílex de QDL.

La textura principal la constituye el mosaico de cripto/microcuarzo, presentando mosaicos anédricos de hábito *blocky* en el relleno de porosidad, aumentando el tamaño de los cristales de la periferia hacia el centro de la porosidad (fig. 201).

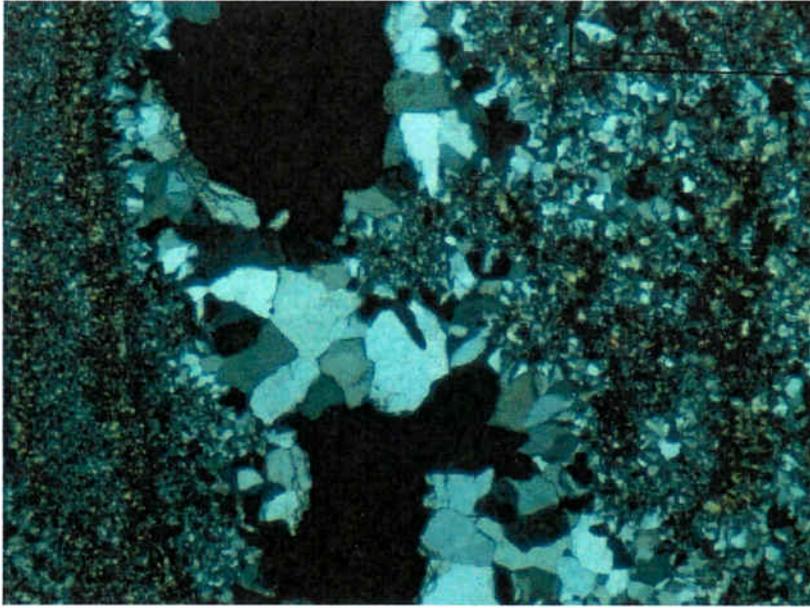


Fig. 201. Mosaico blocky de megacuarzo como cemento de 1ª generación en el relleno de porosidad.

MGLP QDL. NC. 2,5x. (foto del autor).

La presencia de cuarzo fibroso es relativamente importante. Se trata fundamentalmente de esferulitos nucleados a partir de criptogránulos de óxidos de hierro, aunque también aparece como abanicos de fibras (fig. 202), que constituyen un cemento de tipo rim de primera generación en el relleno de la porosidad.

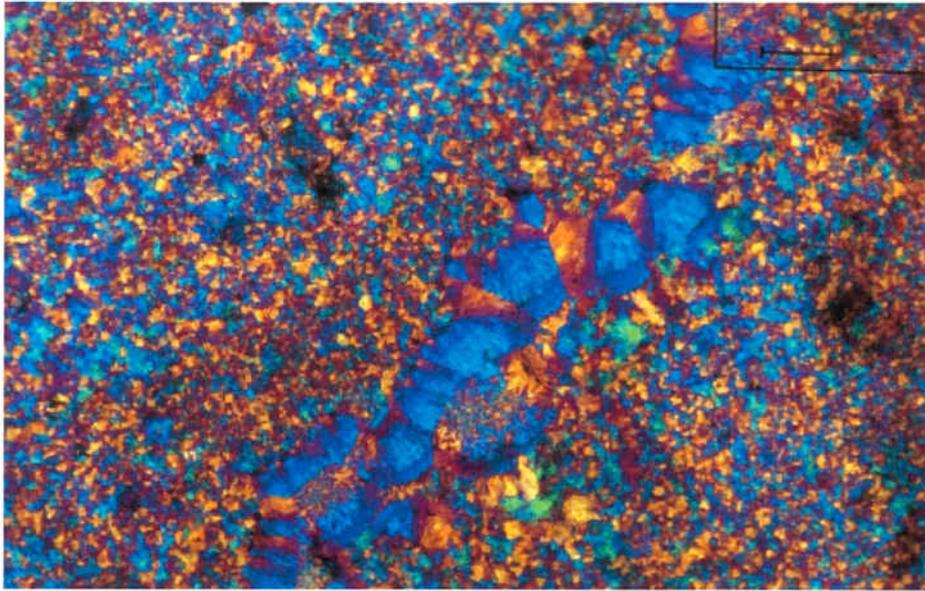


Fig. 202. Morfologías botroidales de calcedonia length-fast y esferulitos nucleados desde OFe. MGLP.QDL 3. NC y comp.2,5x. (foto del autor).

No hemos documentado fases opalinas.

Entre los componentes no silíceos destaca la práctica inexistencia de elementos relictos de carbonato. Los constituyentes no silíceos principales son los óxidos de hierro (6%), algunos presentan morfología dendrítica y los terrígenos (5%) (cristales de cuarzo detrítico). Podría tratarse, según Soares de Carvalho (1946), de una cuarzoarenita silicificada, de origen sinsedimentario y contemporáneo a las areniscas encajantes.

Esta muestra de QDL presenta unas características, tanto macroscópicas como microscópicas, muy similares al material arqueológico que habíamos clasificado macroscópicamente como tipo 8. La realización de una lámina delgada sobre este tipo de material nos ha proporcionado las siguientes características (fig. 203), que pueden confirmar en parte la similitud entre ambas muestras.

MQ	mq	mq	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
2%	-	58%	10%	No	no	No	Test	No	25%	No	3%	Test	5.18	8

Fig. 203. Principales características microscópicas de definición del sílex del tipo 8.

Los principales elementos de similitud los documentamos en la presencia de OFe de morfologías dendríticas (fig. 204), la presencia de los terrígenos de cuarzo, la práctica

ausencia de carbonato original y la relativamente importante presencia de calcedonia del tipo length-fast.

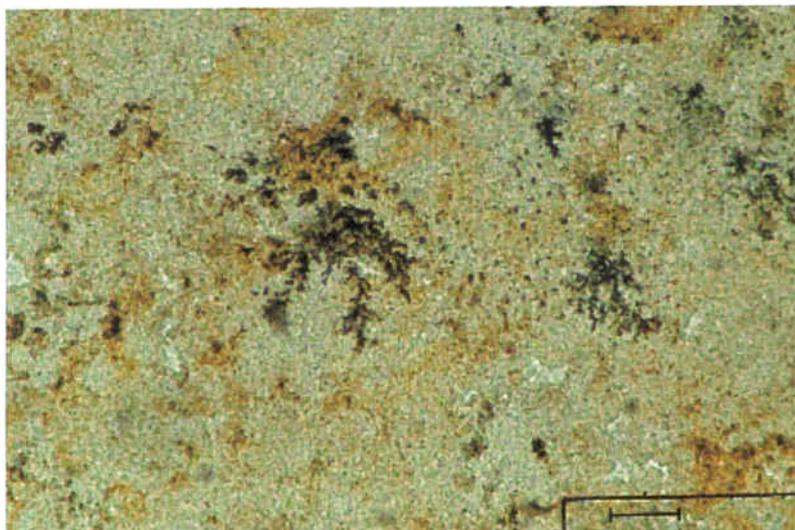


Fig. 204. Óxidos de hierro de morfología dendrítica. MALP. 5.18. LP. 5x (foto del autor).

F.- Sílex de “Coselhas” (COS).

El sexto afloramiento que encontramos se sitúa en la zona de Coselhas -región de Coimbra- (Soares de Carvalho, 1946). En este caso se trataba de sílex localizado en las calizas dolomíticas (Hetangienses).

F.1.- Caracterización macroscópica.

Los materiales silíceos recuperados se correspondían con nódulos de tamaño variable (entre 5 y 20 cm.), contenidos aún en la roca-caja pero en posición secundaria. Su aspecto altamente fracturado, con reprecipitaciones de calcita, y alterado (pátina de color ceniciento, color Munsell: 5YR 7/1, “light gray”), nos inclinó a pensar que nos encontrábamos ante un material de muy escasa aptitud para la talla. Del mismo modo, dada la localización del material fuera de todo contexto, preferimos no llevar a cabo ninguna caracterización del mismo a nivel microscópico.

G.- Sílex de Casal Verde- Tacho (C.V).

Finalmente, nuestras prospecciones por tierras lusas nos llevaron a la localización de un afloramiento de sílex en Casal Verde (Tacho). Se trata de un depósito plioceno en

posición primaria en el que se recuperó gran cantidad de materia prima, a lo largo de los campos de labranza.

G.1.- Caracterización macroscópica.

El total de muestras analizadas fue de 5 (fig. 205).

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Plioceno	7.5R.2.5/0	Moteada	Translúcido	-	Sí	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy lisa	Muy fino	Muy alta	Ópalo	-	Ópalo amarillento	

Fig. 205. Principales características macroscópicas de definición del sílex de Casal Verde.

El material se caracteriza macroscópicamente por una distribución del color moteada, aunque fundamentalmente domina el color negro (color Munsell: 7.5R2.5/0 "black"), por la presencia de innumerables inclusiones dendríticas negras. El otro componente destacado de este tipo de material son los enclaves opalinos amarillentos que proporcionan al material un aspecto muy característico. El tamaño de grano fino y la superficie el sílex muy lisa le confiere una calidad de talla muy alta. El córtex, en caso de presentarse, es calizo, blanco y compacto.

G.2.- Caracterización microscópica de la muestra pliocena.

Por lo que respecta a la caracterización microscópica de la muestra podemos observar la siguiente tabla (fig. 206):

MQ	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
No	-	80%	5%	Test	Sí	No	No	No	5%	No	5%	2%	CV4	Plio

Fig. 206. Principales características microscópicas de definición del sílex de Casal Verde.

La textura silícea principal está constituida por los mosaicos de criptocuarzo. La ausencia de megacuarzo es un elemento a destacar. Este hecho nos indica que nos encontramos ante un sílex relativamente "joven", que aún está en proceso de

maduración. Esta observación se corresponde perfectamente con la presencia destacada aún de porosidad en la muestra analizada. Por lo que respecta al cuarzo fibroso documentamos la presencia de calcedonia *length-fast*. Esta forma es la dominante entre las morfologías del cuarzo fibroso. Aparece tanto en forma de esferulitos inacabados, como en forma de abanicos de fibras. Esta calcedonia la encontramos como cemento de primera generación de tipo *rim* en el relleno de la porosidad. Destaca también en esta muestra la presencia de calcedonia *length-slow*. Esta calcedonia es propia de ambientes de sustitución evaporíticos (Arbey, 1980). La morfología de aparición de dicho cuarzo fibroso se asemeja, en cierto modo, a cristales de macrocuarzo, pero no lo son.

La convivencia de ambas texturas de cuarzo fibroso en una misma muestra es un hecho poco usual, según Bustillo (1976), y debe ponerse en relación con cambios en el ambiente de formación a lo largo del proceso diagenético. El hecho de encontrar la calcedonia *length-slow* como elemento integrante de la textura cristalina, y la variante *length-fast*, como cemento de relleno de porosidad, nos indica que esta segunda es relativamente más tardía y originada en condiciones no evaporíticas.

En esta muestra documentamos también la presencia de fases opalinas (fig. 207), que con nícoles cruzados presentan extinción total al tratarse de texturas isotropas del cuarzo. La presencia de ópalo es otro elemento que nos evidencia la relativa juventud del sílex analizado.

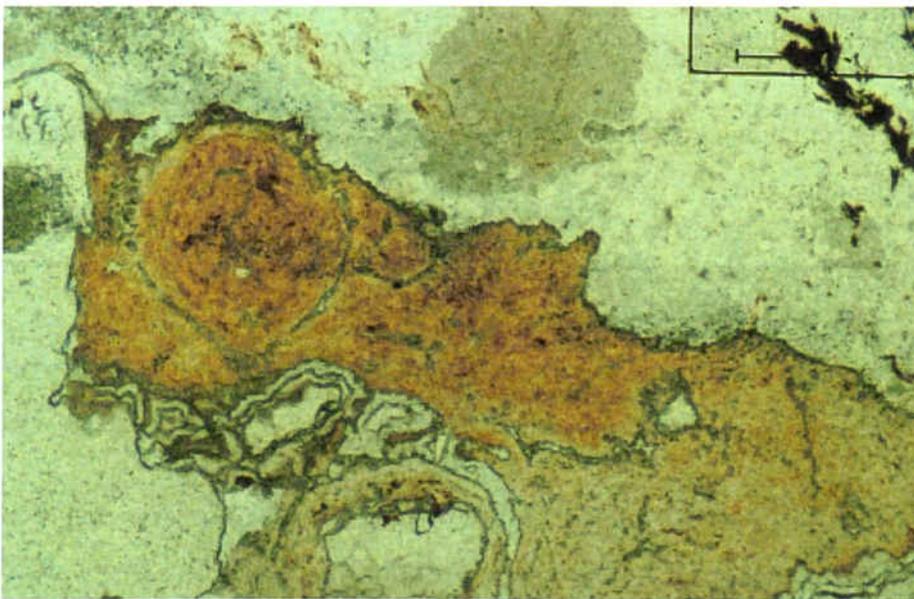


Fig. 207. Ópalo. MGLP C.V. 4. LP. 2,5x. (foto del autor).

Entre los componentes no silíceos destacan los óxidos de hierro con morfologías tanto fibroso-laminares (propias de ambiente de substitución evaporítico) (fig. 208), como de criptogránulos.

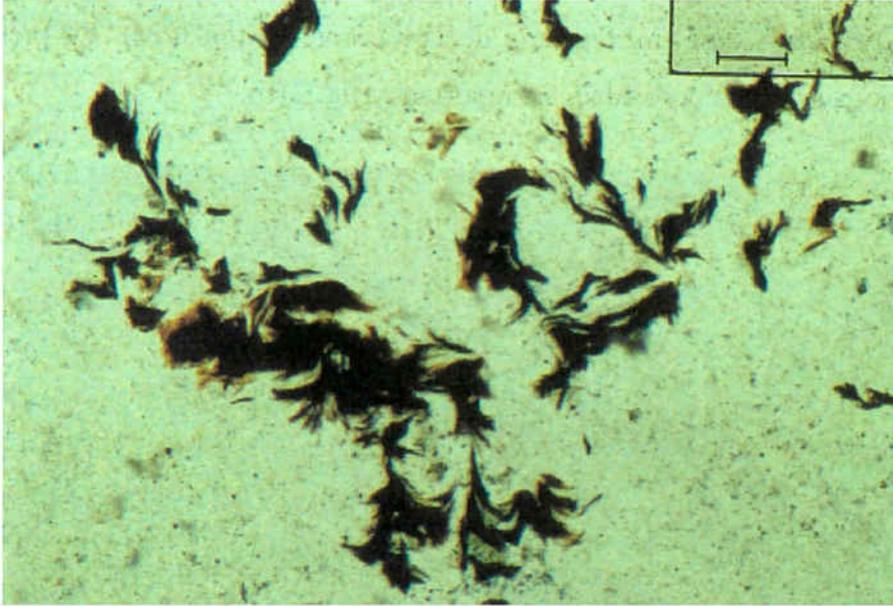


Fig. 208. Hematites fibrosas-laminares. MGLP C.V.4. LP. 5x. (foto del autor).

Por lo que respecta a los elementos detríticos/terígenos sólo se ha documentado la presencia de granos de cuarzo detrítico de morfología redondeada. Como hemos indicado anteriormente la porosidad de la muestra es importante. Dadas las características observadas en la muestra analizada creemos poder afirmar un medio sedimentario, o sedimento original de tipo evaporítico, que posteriormente se modifica.

A pesar de estas características tan definitorias no podemos vincular este tipo de material silíceo con el tipo 5, establecido macroscópicamente entre los materiales tallados de los yacimientos del Còa (MALP 5.14). Pues si bien a nivel macroscópico ambos materiales muestran un aspecto parecido, entre la muestra geológica y la arqueológica hay diferencias significativas a nivel microscópico (fig. 209).

MQ	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
No	30%	35%	5%	No	5%	No	2%	No	15%	No	2%	5%	MALP5.14	5

Fig. 209. Principales características microscópicas de la MALP 5.15. Tipo de sílex 5.

La textura principal en este caso muestra la convivencia entre el mosaico de micro y de criptocuarzo. En ambas muestras se documenta la inexistencia de mosaicos de megacuarzo. Por lo que respecta al cuarzo fibroso en la muestra arqueológica documentamos tanto morfologías esferulíticas, como abanicos de fibras, exclusivamente de la variedad *length-fast* (inexistencia de la variante *length-slow*). La presencia de ópalo, relacionado con la porosidad, es importante (fig. 210).



Fig. 210. Ópalo y porosidad. MALP 5.14. LP.2,5x (foto del autor).

El carbonato documentado se relaciona con el córtex de la muestra. En la masa opalina se documenta una gran cantidad (15%) de gránulos criptocristalinos de óxidos de hierro y probablemente de manganeso. Estos últimos no se han observado en la muestra geológica. Del mismo modo, no hemos observado, en la muestra arqueológica, elementos de carácter microscópico que nos permitan establecer un medio sedimentario de tipo evaporítico parecido al establecido para la muestra geológica.

Este ejemplo nos sirve para mostrar como aspectos macroscópicamente similares no tienen porque responder a una misma génesis diagenética, de ahí la importancia en este caso de la descripción petrográfica de ambos materiales.

5.4.2.5.2.- La segunda área prospectada. La cuenca del Tajo.

Nuestras prospecciones no se limitaron a Portugal, también llevamos a cabo una primera prospección sobre las terrazas fluviales del río Tajo en territorio español, dado que ya contábamos con muestras de silicificaciones de dicha cuenca, recuperadas de su desembocadura en Lisboa. Decidimos proceder a la prospección en las zonas más próximas al nacimiento del Còa. Sin embargo, el río Tajo se encuentra altamente antropizado y resulta francamente difícil acceder a las terrazas originales.

Fruto de la prospección sobre las terrazas del Tajo se recuperaron numerosas muestras de sílex, en posición secundaria, en Puente del Arzobispo (Toledo). En otras poblaciones toledanas fueron recuperadas muestras de materiales terciarios miocenos, tanto en posición primaria como secundaria en Rieves (RIE.1, en posición secundaria en los depósitos fluviales del Tajo, y RIE.2 en posición primaria) y Huescas (HUE. 1, en posición secundaria y HUE.2 "in situ").

En la cuenca del Tajo contamos con dos tipos de rocas silíceas (la zona occidental y la zona oriental) que se diferencian esencialmente por su mineralogía (Bustillo, 1976, 1976b, 1978).

❖ .- La zona occidental.

Por un lado, la zona occidental, área prospectada por nosotros, en la que localizamos los afloramientos de Rieves y Huescas, las rocas silíceas están formadas mineralógicamente por cristobalita desordenada (ópalo C-T, según la nomenclatura de Jones y Segnit, 1971).

Se trata de rocas opalinas ligadas a arcillas neoformadas (esmeclitas y sepiolita), calizas y dolomías principalmente. Su génesis es frecuentemente por silicificación penecontemporánea. En esta zona Bustillo (1978) sitúa dos episodios opalinos independientes.

El episodio opalino inferior, se sitúa paralelo a los Montes de Toledo y posee varios niveles alrededor de los 550 m. Este nivel inferior fue el localizado por nosotros en las poblaciones anteriormente mencionadas.

El episodio opalino superior, también con varios niveles, se dispone en cierta manera paralelo al Sistema Central. De este nivel no contamos, por el momento con afloramientos localizados.

❖ .- La zona oriental.

Por otro lado, en la zona oriental de la cuenca, las rocas silíceas están formadas básicamente por cuarzo α . Aparecen incluidas, según Bustillo, en las “fácies centrales evaporíticas”, en la “caliza de los paramos”, e incluso, en el cemento de base detrítica que frecuentemente posee esta caliza. Su génesis, en este caso, es siempre por silicificación, como demuestran los frentes de ataque, la conservación de texturas y estructuras de las rocas encajantes que las incluyen, así como por los elementos relictos preservados de las mismas dentro del sílex. Se asocian a calizas, dolomías y yesos principalmente, y es frecuente poder observar en ellas el triple reemplazamiento yeso-calcita/dolomía-cuarzo, que queda marcado por los pseudomorfos de los cristales de yeso. Estas calciformas de los cristales de yeso relacionados con la silicificación se producen, según Plaziat (1975), por procesos diagenéticos en medio subárido.

En cambio, las rocas silíceas opalinas de la zona occidental de la cuenca son autigénicas, al igual que la sepiolita y las esmectitas neoformadas. Se producen en cuencas endorreicas con precipitación química básica, existiendo una diferenciación química básica que origina cada vez arcillas neoformadas más ricas en Mg, y apareciendo al final de la serie la precipitación de la sílice. El aporte de Si, Mg y Ca proviene de las áreas madre en vías de laterización. Estas rocas opalinas se sitúan junto con los minerales neoformados en lo que pudiéramos llamar, según Bustillo (1978), “extremo de una descarga detrítica”.

A.- Sílex de “Rielves” (RIE)

A.1.- Caracterización macroscópica

Del sílex localizado en Rielves, se analizaron siete muestras (fig. 211).

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Mioceno	10YR5/2 7.5YR6/0	Irregular	Translúcido	-	Sí	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Lisa	Fino	Media	CaCO ₃ pseudomorfos	-	Posición primaria y secundaria	

Fig. 211. principales características macroscópicas de definición del sílex de Rielves:

Éstas se caracterizan mayoritariamente por una distribución del color irregular, predominando las tonalidades grisáceas, tanto entre los materiales “in situ”, como entre los recuperados en posición secundaria (color Munsell: 10YR5/2 “grayish brown” ó 7.5 YR 6/0 “gray”). El tamaño de grano fino y las superficies lisas confieren al material una aptitud para la talla media, debido a la presencia en la matriz silícea de microgeodas rellenas de mosaicos de carbonato cálcico. Entre las inclusiones se observa la presencia de enclaves de óxidos de hierro, así como pseudomorfos lenticulares. El córtex documentado es de tipo calizo y blanco de espesor milimétrico con contacto franco entre el encajante y la silicificación.

A.2.- Caracterización microscópica de la muestra miocena

Por lo que respecta a la caracterización microscópica de las muestras geológicas podemos observar la siguiente tabla (fig. 212).

MQ	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
2%	-	70%	10%	No	?	No	18%	No	2%	No	No	Test	RIE1.1	Mioceno
No	-	70%	No	5%	Sí	No	20%	No	No	No	2%	2%	RIE1.4	Mioceno
No	-	70%	No	20%	Sí	No	10%	No	No	Sí	No	Test	RIE2.2	Mioceno

Fig. 212. Principales características microscópicas de definición del sílex de Rielves.

La tabla nos presenta una cierta variabilidad, que podemos atribuir a la distinta naturaleza de los afloramientos representados, ya que RIE 1 correspondería a materiales en posición secundaria, mientras que RIE 2 mostraría material en posición original.

A pesar de ello, sí hay una cierta similitud, en especial entre RIE 1.4 y RIE 2.2, en lo concerniente a la presencia de calcedonia de tipo *length-slow*, y de fases opalinas, si

bien difieren en la presencia de otras evidencias evaporíticas (pseudomorfos de cristales lenticulares de yeso) y en la presencia de partículas terrígenas. Esta coincidencia nos hizo ya sospechar que nuestra atribución de RIE 2.2 a un contexto primario tal vez no fuera correcta.

En líneas generales vemos que el constituyente principal de las tres muestras es el mosaico de criptocuarzo. La presencia de mosaicos de megacuarzo es prácticamente nula, sólo se documenta en RIE 1.1 (fig. 213).

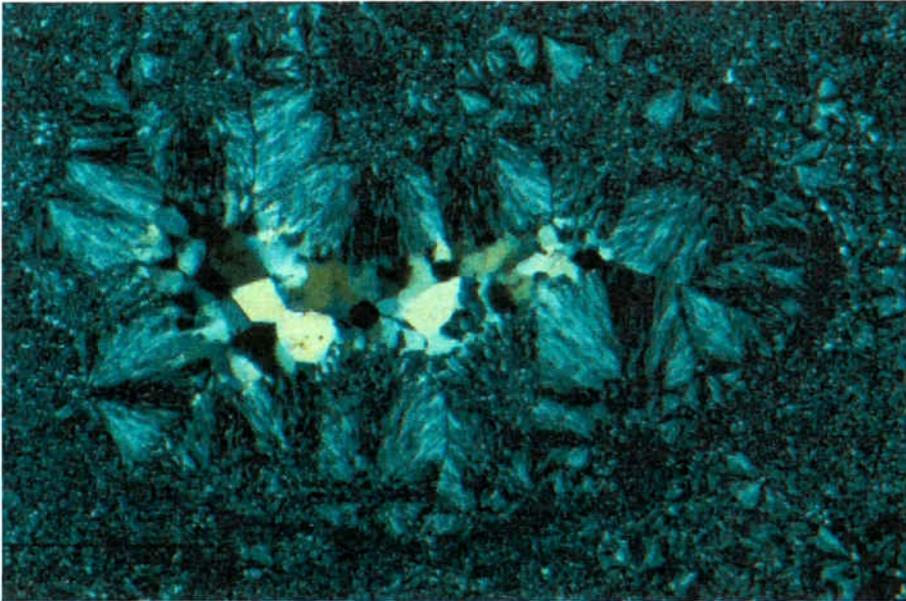


Fig. 213. Mosaico de megacuarzo como cemento de 2ª generación en el relleno de porosidad. El cuarzo fibroso se corresponde a calcedonia length-fast. NC. 5x. (foto del autor).

Se trata de mosaicos *blocky* de cristales anédricos de extinción ondulante, que aparecen como cemento de segunda generación en el relleno de porosidad. Esta práctica ausencia de megacuarzo indica la relativa juventud de las muestras analizadas, hecho plenamente concordante con la presencia de texturas opalinas observadas en las dos muestras que no presentan mosaicos de este tipo (RIE 1.4 y RIE 2.2). La cantidad de ópalo en la segunda de las muestras (RIE 2.2) es sensiblemente mayor (fig. 214), (¿proceso de maduración menos avanzado?).

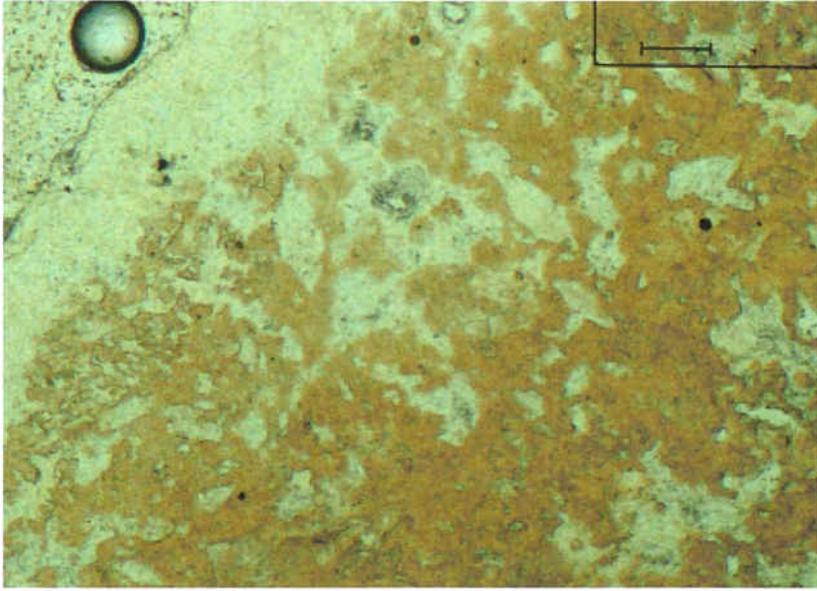


Fig. 214. Textura opalina y lenticulas de yeso en MGLP RIE 2.2. LP. 5x.(foto del autor).

Por lo que respecta al cuarzo fibroso, documentamos en la muestra mencionada anteriormente (RIE 1.1) calcedonia del tipo *length-fast* (fig. 215), mientras que las otras preparaciones muestran exclusivamente calcedonia *length-slow*, propia de medios sedimentarios evaporíticos (fig. 216).

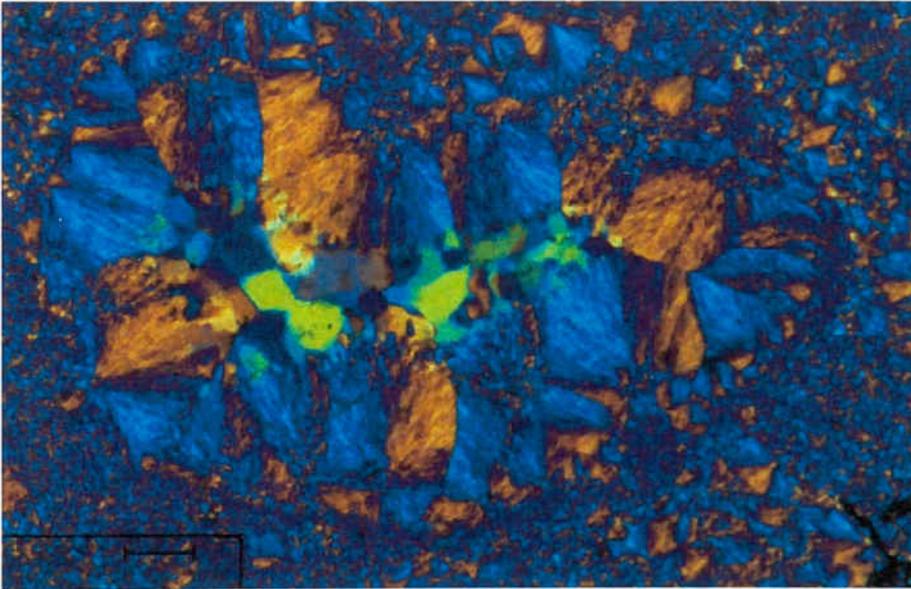


Fig. 215. Calcedonia *length-fast*. MGLP RIE 1.1. NC y comp. 5x. (foto del autor).

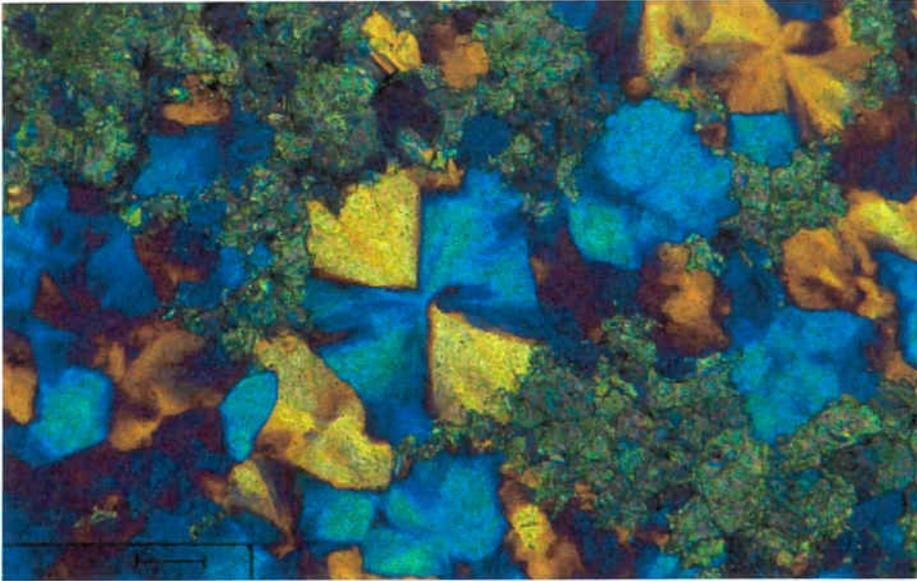


Fig. 216. Calcedonia length-slow y carbonato. MGLP RIE.2.2. NC y comp. 5x (foto del autor)

Entre los componentes no silíceos debemos destacar en todas las muestras la presencia de carbonato, tanto relicto de la textura original (micrita), en todas las muestras, como en forma de mosaico (diagenético, no original) de tipo *blocky* de esparita, en proceso de disolución (fig.217), como muestran los contactos de tipo cóncavo-convexo observados entre dichos cristales y la matriz silícea (RIE 1.1).

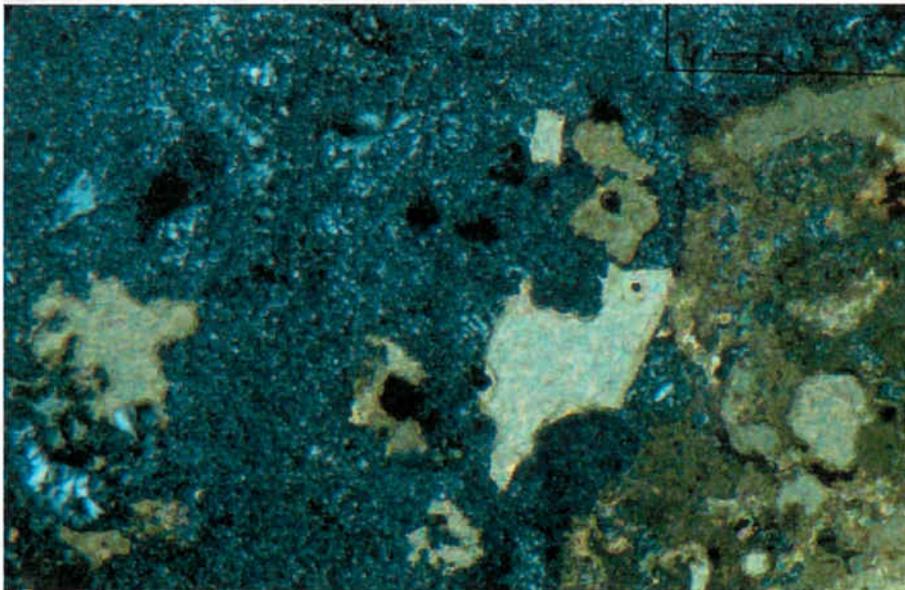


Fig. 217. Esparita en proceso de disolución. Obsérvense los contactos de tipo cóncavo-convexo con la sílice. MGLP RIE 1.1. NC. 5x. (foto del autor).

En cambio, en la muestra de RIE 2.2 el elemento no silíceo que queremos destacar es la presencia de pseudomorfos lenticulares de cristales de yeso (fig. 219).

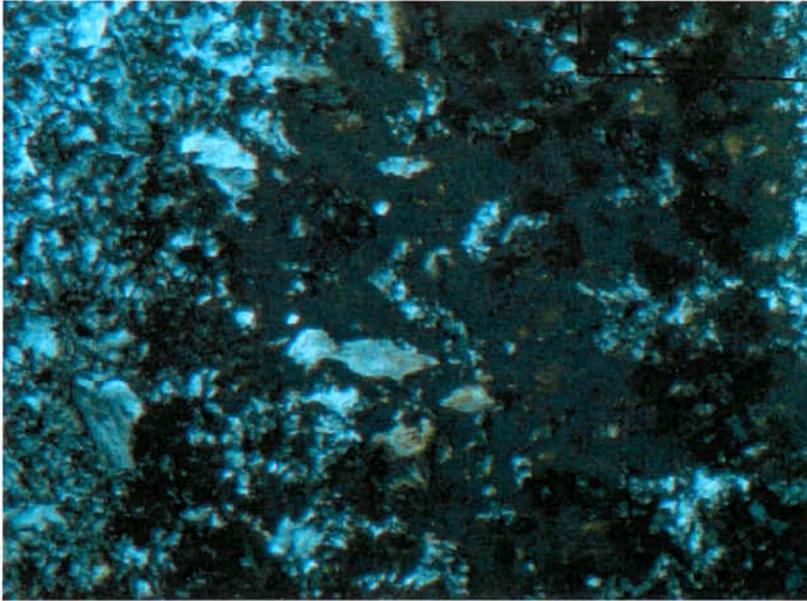


Fig. 219. Lenticula de yeso rellena por calcedonia *length-slow*. MGLP RIE 2.2. NC. 5x (foto del autor).

En este caso podemos definir un medio sedimentario o sedimento original de tipo evaporítico, siguiendo a Plaziat (1975) se trataría de una silicificación climática por procesos diagenéticos en medios subáridos. La caracterización microscópica de estos materiales, nos lleva a pensar que todas las muestras recuperadas en Rielves proceden de la zona oriental de la cuenca (¿“facies centrales evaporíticas”?, ¿“calizas de los páramos”?). Es decir, pensamos que nuestra atribución de RIE 2.2 a materiales “in situ” es errónea, y que en definitiva las tres muestras (RIE1.1, 1.4 y 2.2) pertenecen a materiales de la zona oriental de la cuenca en posición secundaria en la zona occidental de la misma.

La comparación microscópica con los materiales arqueológicos del tipo 4, que habíamos determinado macroscópicamente como pertenecientes al Terciario, probablemente de la cuenca del Tajo, no nos permite por el momento asegurar la plena vinculación entre estos materiales y la muestra de RIE 2.2. Por el momento, las similitudes mayores se encuentran con la muestra RIE 1.1, como se desprende de la siguiente tabla de caracterización (fig. 220).

MQ	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
No	-	80%	10%	No	No	No	3%	No	2%	No	No	Test	MALP5.11	4
No	-	70%	10%	No	Sí	No	10%	No	10%	No	Test	10%	MALP5.12	4
No	-	60%	5%	No	15%	No	5%	No	5%	No	Test	15%	MALP5.13	4

Fig. 220. Principales características microscópicas de definición del sílex del tipo 4.

De la tabla se desprende que el constituyente principal es el mosaico de microcuarzo, siendo inexistentes los mosaicos de megacuarzo que nos delatan una cierta “juventud” de las muestras. Otro elemento destacado es la ausencia de calcedonia *length-slow* (propia de los ambientes evaporíticos). La calcedonia *length-fast* aparece tanto en morfologías esferulíticas, como de abanicos de fibras. Se localiza como cemento de relleno de porosidad de primera generación de tipo *rim*. De este modo, las muestras arqueológicas se alejan de RIE 2.2 y RIE 1.4, donde existía calcedonia *length-slow*. Queremos destacar también la presencia de ópalo (CT?) como elemento importante para poder relacionar estos materiales arqueológicos con los materiales miocenos de la Meseta.

La presencia de elementos no silíceos está atestiguada por las evidencias de carbonato original (micrita), y la presencia de óxidos de hierro en forma de criptogránulos. Finalmente merece destacarse el elevado porcentaje de porosidad, al menos de dos de las muestras, otro elemento que puede evidenciar la relativa juventud de los materiales.

B.- Sílex de “Huescas” (HUE)**B.1.- Caracterización macroscópica**

El sílex de Huescas del que en total se han analizado macroscópicamente 15 muestras (fig. 221) se identifica por la presencia de ópalo que le confiere un lustre “de cera” muy característico.

Tipo de sílex	Color	Distribución	Transparencia	Pátina	Corticalidad	Rodamiento
Mioceno	5YR6/3 10YR4/3	Bandeada	Translúcido	-	No	No
Superficie	Grano/textura	Calidad	Inclusiones	Fósiles	observaciones	
Muy Lisa	Muy Fino	Media	Ópalo CaCO ₃	-	Posición primaria y secundaria	

Fig. 221. Principales características macroscópicas de definición del sílex de Huescas.

La tonalidad predominante en el conjunto localizado “in situ” es verdosa (color Munsell: 5YR 6/3 “pale olive”), aunque las muestras recuperadas en posición secundaria muestran un abanico de tonalidades más amplio (color Munsell: 10YR 4/3 “dark brown”), fruto probablemente de un proceso de alteración más avanzado. Estos materiales presentan un tamaño de grano muy fino y unas superficies muy lisas; sin embargo, su aptitud para la talla queda matizada por la presencia de una porosidad elevada y numerosas inclusiones de carbonato cálcico.

B.2.- Caracterización microscópica de la muestra miocena

La siguiente tabla (fig. 222) nos muestra los principales elementos de caracterización de la muestra geológica.

MQ	m _q	m _q	l.fs	l.sl	Op	Fss	Can	Cps	OFe	Evap	Trr	Por	Idn	Tipo
No	-	10%	No	No	90%	No	5%	No	No	No	No	20%	HUE1.1	Mioceno

Fig. 222. Principales características microscópicas de definición del sílex de Huescas

El sílex de Huescas se caracteriza por estar constituido principalmente por ópalo, como ya había puesto de manifiesto la primera observación macroscópica (lustre céreo). No

hemos documentado la presencia de mosaicos de megacuarzo, siendo el criptocuarzo relativamente escaso, ya que parece que la textura opalina sea del tipo ópalo CT (ópalo en proceso de maduración), pues muestra ligeras birrefringencias con nícoles cruzados. El otro elemento importante a destacar de esta muestra es el elevado porcentaje de porosidad (fig. 223).

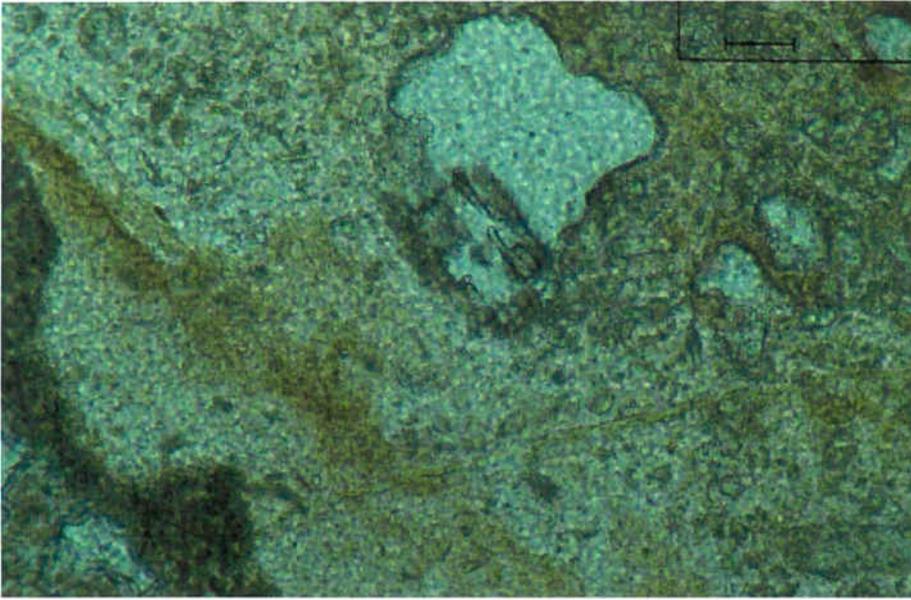


Fig. 223. Textura opalina y porosidad. MGLP HUE 1.1. LP. 10x. (foto del autor)

La porosidad, así como la gran cantidad de ópalo, podrían explicar porque si bien este material tiene buena aptitud para la talla, es al mismo tiempo un material poco resistente. Tomando en consideración los estudios de Bustillo (1976b, 1978) pensamos que podemos atribuir a estos materiales un medio sedimentario de cuenca endorreica con precipitación química básica (extremo de una descarga detrítica). Se trataría pues de materiales silíceos autigénicos.

Finalmente, queremos destacar en esta descripción microscópica, la presencia de determinados elementos relictos, como podrían ser los restos de tejidos vegetales documentados (figs. 224 y 225).

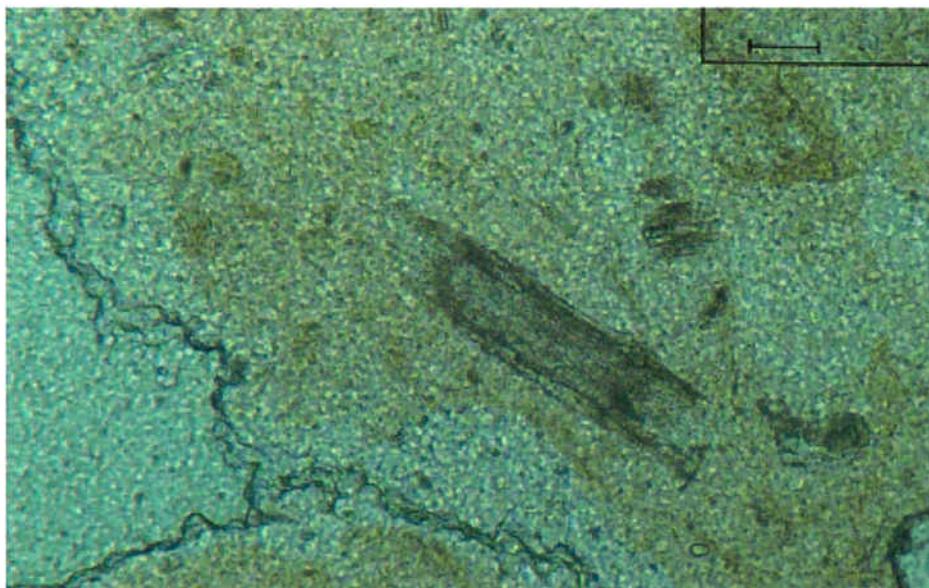


Fig. 224. Tejido vegetal. MGLP HUE 1.1. LP. 10x. (foto del autor).

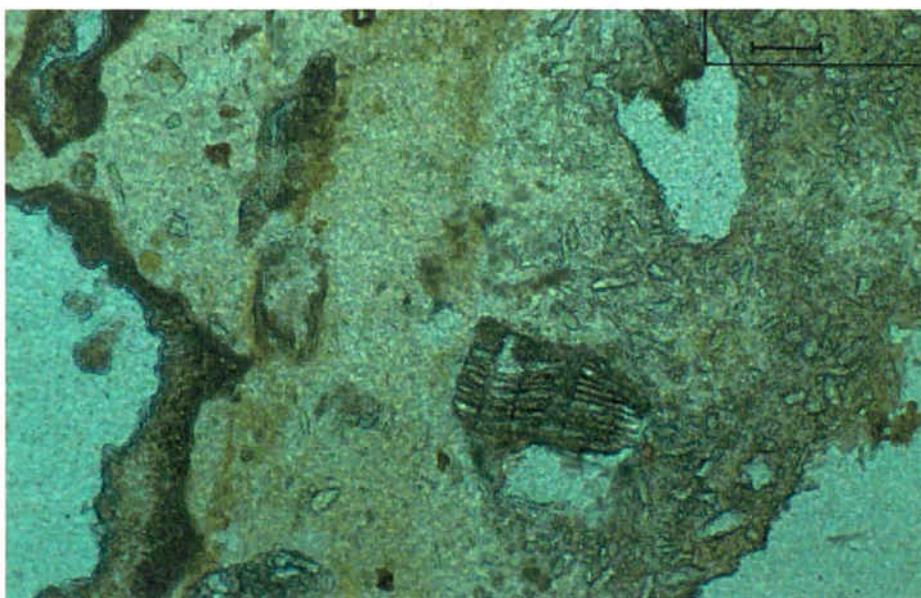


Fig. 225. Tejido vegetal. MGLP HUE 1.1. LP. 10x. (foto del autor).

Ninguna de las muestras arqueológicas analizadas ha presentado suficientes elementos que nos hayan permitido establecer una vinculación entre este tipo de materiales de Huescas y los materiales arqueológicos.

Como resumen de los distintos tipos de materiales analizados fruto de las prospecciones desarrolladas hasta el momento presentamos la siguiente tabla/resumen.

NOMBRE	AFLORAMIENTO	NIV. GEOLÓGICO	TEXTURA DOMINANTE	RELICTOS	MEDIO SEDIMENTARIO
OUTIL	Primario	Dogger. Bajociense	Criptocuarzo	Foraminíferos. Briozoo. Ostrácodos. Gasterópodos. Bivalvos. Micrita. Espículas.	Marino (relativamente profundo)
CAXARIAS	Secundario	Cenomaniense	Criptocuarzo	Text. peloides. Frag. valvas. Foraminíferos. Espículas. Cuarzodetrítico. Mica	Marino (calizas marinas ricas en fósiles y peloides). Aguas salinas tranquilas con sustrato arcilloso (Scoffin, 1987).
RIO MAIOR	Secundario	Cenomaniense	Criptocuarzo	Frag. briozoo. Frag. bivalvos. Cuarzodetrítico. Espículas?	Marino (calizas marinas ricas en fósiles sin peloides)
CARANGUAJEIRA	Secundario	Cenomaniense	Criptocuarzo	Text. Peloides. Foraminíferos. Cuarzo detrítico. Espículas	Marino (calizas marinas ricas en fósiles y peloides). Aguas salinas tranquilas con sustrato arcilloso (Scoffin, 1987).
SA	Primario	Liásico	Criptocuarzo	Calcita/dolomia	Sinsedimentario y contemporáneo a las areniscas encajantes. (Soares de Carvalho, 1946)
PEREIRO	Primario	Liásico	Criptocuarzo	Oxidos de hierro. Cuarzo detrítico	Sinsedimentario y contemporáneo a las areniscas encajantes. (Soares de Carvalho, 1946)
QUINTELA DA LAPAS	Primario	Liásico	Criptocuarzo	Oxidos de hierro. Cuarzo detrítico	Sinsedimentario y contemporáneo a las areniscas encajantes (Soares de Carvalho, 1946)
CASAL VERDE	Primario	Plioceno	Criptocuarzo	Length-slow. OFe fibrosos. Porosidad. Cuarzo detrítico	Ambiente evaporítico
RIELVES 1	Secundario	Mioceno	Criptocuarzo	Micrita. Asparita	Proceso diagenético (Bustillo, 1976, 1978).
RIELVES 2	Secundario	Mioceno	Criptocuarzo	Cal. Length-slow. Pseudomorfos lenticulares	Ambiente evaporítico. Procesos diagenéticos en medio subárido (Plaziat, 1975. Bustillo, 1976, 1978)
HUESCAS 1	Primario	Mioceno	Ópalo	Tejidos vegetales	Cuenca endorreica con precipitación química básica - extremo de una descarga detrítica (Bustillo, 1976, 1978).

5.4.3.- Conclusiones a partir del análisis microscópico desarrollado sobre los materiales sedimentarios silíceos de Cardina I.

Como se ha puesto de manifiesto a lo largo de este capítulo resulta francamente difícil vincular las distintas materias primas con sus fuentes de origen cuando nos “movemos” en distancias tan grandes como las que se evidencian en este trabajo.

Es del todo ineludible un trabajo de campo intensivo y extensivo para poder llevar a cabo de forma precisa una cartografía de afloramientos exhaustiva, que nos permita establecer, tanto la ubicación exacta de los materiales, como la naturaleza del propio afloramiento. En un contexto como el de Cardina, con tal variedad macroscópica de restos líticos, el contacto continuo y directo con los materiales debe ser también un elemento a tener en cuenta. El principal problema con el que hemos contado para la realización de nuestro trabajo ha sido precisamente la falta de este contacto continuo tanto con los materiales como con el terreno, que nos ha dificultado en gran manera habituarnos a las características de los elementos a analizar. Sin embargo, como indicábamos al principio de esta obra, hemos pretendido presentar un estado de la cuestión, y un avance de primeros resultados más que no una visión perfectamente cerrada de las dinámicas económicas de los distintos grupos analizados.

En este sentido, la aproximación a la economía de materias primas abióticas de los grupos del Còa nos parece muy interesante.

En primer lugar, la presencia de gran variedad de materiales pétreos, y la situación geográfica/geológica de las ocupaciones, implicaba a nuestro parecer conductas diferenciadas en la explotación de los distintos recursos líticos. De este modo, el valle del Còa muestra unas conductas de aprovechamiento de los recursos muy distinta a la observada en los grupos del nordeste peninsular, donde el sílex es el principal recurso explotado.

En segundo lugar, el modo de introducción de los materiales silíceos en las distintas ocupaciones, muestra como éste se produjo de manera consciente y precisa. El análisis tecnológico de los diferentes elementos, que definen los conjuntos líticos, ha permitido proponer modalidades de introducción, de transformación y de utilización diferentes para los distintos materiales. (Aubry et al., e.p.3-). Los datos muestran dos modalidades

de gestión de las materias primas en función de los objetivos de la producción: proyectiles microlíticos o utillaje de base. Las diferencias existen en cuanto a modalidades de introducción aunque no están en relación directa con la distancia de origen de los distintos materiales.

6.- DISCUSIÓN y CONCLUSIONES.

A lo largo del trabajo presentado hasta el momento, no sería de extrañar que algún que otro lector se pregunte –y no sin cierta razón-, si nos encontramos ante una tesis doctoral redactada para ser defendida en un facultad de letras, o si por el contrario este trabajo no adolece de un excesivo peso de la Geología y la Petrografía.

Para disipar dudas, y para justificar nuestra voluntad de ser reconocidos como doctores en Prehistoria, pensamos que este capítulo constituye el marco idóneo para llevar a cabo una reflexión eminentemente arqueológica a partir de los resultados obtenidos, así como su inserción en el conjunto de datos disponibles en el marco cronocultural estudiado .

6.1.- EL RECURSO A LA PETROGRAFÍA.

En primer lugar, queremos reiterar, sin embargo, cual es el interés de la aplicación de técnicas propias de la Geología para los estudios prehistóricos. La necesidad de “cientificidad” de nuestra disciplina, la arqueología prehistórica, nos obliga a definir con la mayor exactitud posible los materiales con los que tratamos. La utilización generalizada, y a veces indiscriminada, de términos geológicos, no ha corrido pareja de un verdadero conocimiento de las distintas litologías en cuestión. Desde nuestro punto de vista, si bien la descripción macroscópica resulta francamente útil para “hacernos una idea” de los distintos tipos de litologías con que nos encontramos en un yacimiento, no es ni mucho menos suficiente, para abordar de manera satisfactoria la caracterización de los recursos minerales explotados por una comunidad humana. Al respecto, quizás debamos recordar que este tipo de aproximación adolece de dos grandes limitaciones. Por un lado, sus criterios de definición, altamente subjetivos, y por ello de difícil transmisión entre un investigador y otro. Por otro lado, la alta variabilidad de las rocas sedimentarias silíceas a todos los niveles. Si bien esta variabilidad no puede subsanarse ni recurriendo a costosas técnicas de análisis, sí que parece “reducirse”, o en cierto modo “ser controlable”, si organizamos nuestro protocolo científico de caracterización a partir de análisis sucesivos de los materiales a distintas escalas (desde la macroscópica a la microscópica).

Sin embargo, saber de qué hablamos, sólo constituye uno de los puntales del trabajo que hemos expuesto en los capítulos precedentes. Al respecto, tal vez sea conveniente recordar el título de esta tesis:” La caracterización y el aprovisionamiento...”.

6.2.- EL APROVISIONAMIENTO DE RECURSOS ABIÓTICOS.

6.2.1.- Medio natural, territorio y paisaje.

Así, una vez definida petrográficamente la caracterización, centrémonos en la definición del aprovisionamiento y de sus características.

El aprovisionamiento de recursos, ya sean estos bióticos (fauna, flora), o abióticos (materias primas líticas), constituye la base fundamental para explicar las dinámicas de interacción entre las sociedades humanas y sus territorios de aprovisionamiento (Milliken, 1998). El territorio de una comunidad concreta debemos definirlo como aquella parte del entorno natural explotado económicamente por un grupo humano. Así, mientras el entorno natural sería el “decorado” de esta obra de teatro que es la existencia humana, el territorio sería el “escenario” en el que se desarrolla la trama argumental. Del mismo modo, otro elemento caracterizador de este territorio sería el paisaje, que podemos definir como la percepción, tanto individual, como social, que posee una comunidad del territorio que explota (Mangado y Nadal, 2001).

En el campo de la arqueología, ciencia por definición caracterizada por el estudio de la “materialidad” de las sociedades, resulta francamente difícil aproximarnos a la percepción del territorio (paisaje), si bien no resulta del todo imposible “intuir”, en ocasiones, dichas percepciones sociales, por ejemplo, la ausencia de determinados materiales –sin motivo evidente- en un yacimiento situado cerca de los mismos, nos podría estar indicando una cierta frontera paisajística de la comunidad en estudio. Este podría ser el caso para los sílex de la margen derecha del Duero, cerca de la desembocadura del Cõa, y que sin embargo, no aparecen representados en ninguno de los yacimientos de dicho entorno geográfico.

6.2.1.1.- Conceptos de territorio.

Nuestras reflexiones se centrarán en los mecanismos de aprovisionamiento y sistemas de explotación del territorio. Sin embargo, el propio término de territorio no está exento

de un problema inherente a las sociedades que lo explotaron. Debemos tener en cuenta, que las comunidades cazadoras-recolectoras son casi exclusivamente nómadas, ante lo cual, el territorio es un concepto tan fluctuante como puedan serlo los trayectos de dichos grupos humanos a través de él.

Clark (1975), estableció varios tipos principales de territorios para las sociedades humanas:

Territorio campamento-base
Territorio anual
Territorio social
Tecno-territorio

Su definición de territorio campamento-base se basó en los criterios establecidos por Higgs y Vita Vinzi (1971) a propósito de su modelo del *Site Catchment analysis*. Tal modelización teórica, se encuentra en la actualidad ampliamente “superada”, ya que su definición a partir de “el espacio alcanzable en un radio de una o dos horas caminando, es decir, un radio de 5 a 10 Km.” no superó la evidencia natural de las distintas orografías, que limitan o distorsionan, tanto la forma como las distancias recorridas. Además este modelo establecido para el aprovisionamiento por parte de las comunidades agrícolas de Centroamérica (mayas), no se adecua a la realidad de funcionamiento y movilidad de los grupos cazadores-recolectores.

Retomaremos posteriormente el tema partiendo de la premisa de la movilidad de los grupos cazadores-recolectores y de las modelizaciones de Gamble (1990).

Sin embargo, sí que merecen ser retenidas otras dos de las definiciones de Clark (1975). El “territorio anual”, que se establece en función de la explotación de recursos anuales y el “territorio social”, que define el conjunto de territorios dibujados por los recursos (desde las materias primas y los productos manufacturados a los productos alimenticios) para una comunidad concreta, por virtud de su pertenencia a un grupo social más amplio.

Ambas definiciones nos introducen en aspectos francamente interesantes en relación con la organización de las sociedades cazadoras-recolectoras. Por un lado, la “anualidad” (nosotros preferimos hablar de estacionalidad), implica el movimiento del grupo humano a lo largo de lo que constituye su territorio de explotación económica. Con lo cual, cada yacimiento concreto muestra en su registro material una parte de este

territorio recorrido. La movilidad se puede entonces reflejar en el registro arqueológico a través de las diferencias en el porcentaje de aparición y grado de explotación de distintas materias primas regionales, así como a través de diferencias funcionales entre distintos tipos de asentamientos de una misma comunidad. Por otro lado, el territorio social, puede ser la fuente propiciatoria para el intercambio de productos entre grupos; de esta manera, se puede explicar también la presencia de determinadas materias primas, generalmente ya manufacturadas, en lugares muy alejados de su emplazamiento original.

Para intentar relacionar estas distintas “realidades territoriales” a propósito del territorio de los grupos cazadores-recolectores, nos parece imprescindible aproximarnos a las principales características del comportamiento de dichos grupos. Para ello es menester recurrir a las fuentes etnográficas, que aunque no exentas de numerosos problemas, nos pueden mostrar la “realidad” económica de estas sociedades tan alejadas de la nuestra propia. Pero antes focalizaremos nuestra atención en los mecanismos de aprovisionamiento y en los sistemas de explotación de los recursos abióticos.

6.2.2.- Mecanismos de aprovisionamiento y sistemas de explotación de los recursos abióticos.

Podemos definir la minería prehistórica como un conjunto socialmente organizado de actividades de carácter recolector y/o extractivo, orientadas a la explotación directa del territorio, a través de sistemas de explotación en superficie o subterráneos, llevados a cabo por las comunidades humanas prehistóricas, con la finalidad de obtener distintos recursos abióticos, para su posterior manufactura, uso y/o intercambio (Mangado, e.p. 1).

La minería subterránea prehistórica, *sensu stricto*, debe situarse mayoritariamente en el contexto de las sociedades prehistóricas productoras, es decir, a partir del Neolítico de determinadas regiones. Esta actividad se centró fundamentalmente en la explotación de las rocas silíceas. Sin embargo, los mecanismos de aprovisionamiento de recursos abióticos, y sus sistemas de explotación a lo largo de la Prehistoria, constituyen un marco de estudio muy amplio y variado, tanto cronológica como geográficamente.

Los dos mecanismos de aprovisionamiento de recursos líticos documentados durante la Prehistoria son: la explotación del propio territorio y el intercambio. Siguiendo la

definición de Ramos Millán (1986), consideraremos la explotación del propio territorio como un mecanismo de aprovisionamiento directo de los recursos, a partir de la proyección cultural de la comunidad en cuestión sobre el medio natural; mientras que reservaremos el concepto de intercambio para aquellos suministros obtenidos indirectamente, mediante procesos de interacción social entre comunidades.

Tanto el aprovisionamiento directo, es decir, cuando la comunidad, o parte de ella, tiene acceso directo a los recursos, como el aprovisionamiento indirecto, cuando los bienes líticos se obtienen por intercambio con otros grupos, se generan a partir de unos mismos sistemas de explotación. Siguiendo la clasificación establecida por Carrión y otros (1998) diferenciaremos entre:

1.- Laboreo superficial. Este es un sistema de explotación de carácter recolector, que se realiza sobre una más o menos amplia y diversificada variedad petrológica de cantos rodados, de diferentes formas y tamaños, que han sido distribuidos en las cuencas y bordes de las playas desde sus fuentes originarias. Generalmente estos recursos tienen una amplia distribución espacial sobre el territorio, por tanto, la identificación de su área fuente dependerá, en gran medida, del nivel de contextualización de los diversos ámbitos geológicos. Recordemos en este apartado la importancia del trabajo de prospección para llevar a cabo dicha contextualización.

Estas áreas de aprovisionamiento han sido definidas como afloramientos en posición secundaria, es decir, desvinculados de las áreas de formación original de los materiales. Por contra, la minería, sea en superficie o subterránea, supone la explotación de los denominados afloramientos en posición primaria.

2.- Entendemos por minería de superficie un sistema de explotación, o actividad de carácter extractivo especializado, que se realiza para la obtención de un recurso lítico específico. Nos encontramos mayoritariamente ante una explotación de carácter monolítico. De manera general, estos recursos tienen a nivel espacial un carácter más restringido que los anteriores, ya que suelen localizarse en áreas de afloramientos masivos. Las características intrínsecas del afloramiento y su grado de alteración suelen determinar el sistema técnico de explotación; por lo general se trata de canteras abiertas al aire libre y condicionadas por la naturaleza exógena del afloramiento, como sucede

en buena parte de las explotaciones neolíticas al aire libre de las cordilleras subbéticas andaluzas (Ramos Millán, 1999).

3.- Finalmente, debemos tener en cuenta como sistema de explotación de los recursos abióticos las actividades extractivas de carácter subterráneo, es decir, la minería subterránea. Se trata de una actividad altamente especializada orientada a la obtención de un recurso específico. Desde un punto de vista arqueológico, dichas explotaciones, presentan a nivel espacial, una representación mucho más restringida que las dos anteriores. Los casos de minería subterránea paleolítica son realmente escasos. Citaremos, a modo de ejemplo, las explotaciones mineras de sílex de Nazlet Safaha y Taramsa I en el Alto Egipto (Vermeesch y otros, 1995), o la explotación minera de ocre de Tzines en la isla de Thasos (Weisberger, 1989, 1999).

6.3.- EL COMPORTAMIENTO ECONÓMICO DE LOS GRUPOS CAZADORES-RECOLECTORES: FACTORES EXPLICATIVOS.

Son varios los factores que parecen influenciar en los sistemas de explotación y en los mecanismos de aprovisionamiento.

Por un lado, debemos tener en cuenta variables de orden natural, es decir, aspectos relacionados con la propia naturaleza de los recursos explotados, y con las características geológicas y geográficas del área de estudio. Por otro lado, debemos tener en cuenta variables inherentes a las características culturales de la comunidad.

Por lo que se refiere a las primeras, los factores principales que determinan su importancia se refieren a aspectos tales como: la facilidad de acceso, la abundancia y la calidad del recurso obtenible, es decir, la disponibilidad natural del recurso.

Entre los factores de índole cultural cabe destacarse el de “demanda lítica”, tal y como éste fue definido por Luedtke (1984): “La cantidad de material lítico tallado, por unidad concreta de población, durante un determinado periodo de tiempo”. Según Luedtke, dicha demanda está en función de tres aspectos de la tecnología de la cultura.

- .- El número y frecuencia de actividades que requieren útiles líticos.
- .- Las técnicas de producción.
- .- La eficacia de dichas técnicas.

Este concepto de demanda lítica intentaremos aplicarlo después, cuando centremos nuestra atención en la tecnología de los grupos por nosotros estudiados.

6.3.1.- El comportamiento económico de los grupos cazadores-recolectores: el panorama etnográfico.

Retomemos a continuación los ejemplos etnográficos que nos aproximen a las principales características del comportamiento económico de los grupos cazadores-recolectores, ya que la finalidad de cualquier estudio consagrado a la caracterización de los recursos abióticos explotados por las comunidades prehistóricas, es establecer la reconstrucción de las pautas socioeconómicas del grupo estudiado. Así acudiremos a la moderna antropología económica, como disciplina que nos aporte una primera especificidad sobre los grupos cazadores-recolectores. Diversos ejemplos etnográficos (Sahlins, Service, Gould) demuestran que la explotación de los recursos líticos no fue una actividad guiada por principios de optimización económica, similares a los de la economía contemporánea, sino que responde a relaciones económicas de carácter instituido, en otras palabras, dependientes de la organización social.

Desde una perspectiva antropológica debemos considerar pues, que la organización de la producción de bienes líticos (sean estos bienes de consumo económico y/o bienes de consumo simbólico o de prestigio) es una actividad dependiente de pautas culturales, es decir, no sólo económicas sino también sociales. Su carácter está estrechamente vinculado a la organización social del grupo que lleva a cabo dicha explotación. A partir de la bibliografía etnográfica consultada, queremos destacar dos comportamientos que nos parecen fundamentales. Por un lado, la prodigalidad, es decir, la consumición rápida de todas las reservas “como si no dudaran ni un momento de que conseguirán más”. Por otro lado, “la notable tendencia al descuido en lo que se refiere a sus pertenencias” (Sahlins, 1983). Así expresado, fuera de contexto, parecería que nos encontramos ante sociedades completamente ociosas o simples. Sin embargo, nuestra lectura debe ser otra muy distinta. Nos encontramos ante comunidades que, por un lado, son altamente conocedoras del territorio, y por otro lado, son sociedades, casi exclusivamente, nómadas. De este modo, podemos interpretar dicha prodigalidad, así como su “dejadez” en lo referente a los conjuntos industriales, como fruto evidente de lo que Binford (1988) definió como grupos culturales que invierten en bancos de datos. Se trata de

grupos humanos con una capacidad muy elevada para obtener del territorio aquello que el territorio puede proporcionarles en cada momento. Nos encontramos ante grupos que conocen perfectamente la disponibilidad natural de los recursos y cuales son las estrategias de organización tecnológica esenciales para obtenerlos.

El mecanismo de aprovisionamiento de tipo directo es el fundamental entre los grupos cazadores-recolectores, basándose casi exclusivamente en dos sistemas de explotación: el laboreo superficial y la minería de superficie. Este hecho ha sido puesto en relación, de manera general, con el carácter socialmente igualitario de dichas comunidades, en las que la transmisión de la información del entorno geográfico constituye el elemento fundamental para su subsistencia (Root, 1983). Por regla general, ni la obtención de la materia prima en bruto, ni su elaboración implican un elevado rango de especialización, dado que el acceso a los recursos es directo por naturaleza “todos somos libres de tomarlos” (Root, 1983). Del mismo modo, como señala Sahlins, la posesión de los utensilios necesarios es general, y el conocimiento de las técnicas requeridas común, basándose la división del trabajo fundamentalmente en función del sexo y los rangos de edad. Resulta evidente que las fuentes de materia prima en las que los grupos cazadores-recolectores se aprovisionaban eran de dos tipos. Por un lado las formaciones geológicas que presentaban materia prima, y por otro lado, los depósitos secundarios de origen detrítico (aluvial, coluvial).

Si bien la etnografía puede facilitarnos ejemplos muy interesantes sobre los mecanismos y sistemas de aprovisionamiento de los grupos cazadores actuales y/o subactuales, creemos menester hacer mención también de la necesaria cautela con la que deben tomarse los ejemplos etnográficos, ya que en su mayoría proceden de relatos antiguos proporcionados por misioneros, comerciantes y aventureros con importantes prejuicios culturales, y por otro lado, en el caso de estudios etnográficos actuales, suelen referirse a sociedades o bien “contaminadas”, o bien que habitan áreas del planeta especialmente inhóspitas (desierto del Kalahari, desiertos australianos, selvas amazónicas...).

De todos modos, se desprende que nos hallamos ante grupos humanos que no luchan constantemente por su supervivencia, apesadumbrados por la carestía alimentaria y de bienes materiales. Por ello, un repaso a los mecanismos de aprovisionamiento de los grupos cazadores-recolectores no estaría completo si olvidáramos hacer mención al suministro indirecto de recursos líticos, es decir, al intercambio de los mismos.

6.3.2.- El comportamiento económico de los grupos cazadores-recolectores. El intercambio de materias primas. Los yacimientos de la cuenca baja del Còa.

El intercambio de materias primas, así como el de elementos de ornamento, es uno de los mejores indicadores del nivel de contactos interterritoriales entre las comunidades prehistóricas. La distribución, más o menos sistemática, a larga distancia de dichos materiales debe situarse, de manera general, durante el Paleolítico Superior, como reflejo del desarrollo tecno-económico alcanzado por dichas sociedades de cazadores-recolectores. Del mismo modo, el aumento global de las distancias recorridas sugiere diferencias de orden socioeconómico respecto a momentos anteriores, mediante la creación de espacios de relación social (Feblot-Augustins, 1997). Recordemos aquí también la definición de territorio social de Clark (1975).

Son varias las hipótesis barajadas para explicar la aparición de determinadas materias primas de origen lejano al territorio en el que se recuperan. Para algunos autores como P. Bahn (1977), el aprovisionamiento de materiales exógenos puede haberse producido a lo largo de desplazamientos estacionales de carácter migratorio, tras las grandes manadas de herbívoros. Desde este punto de vista, Bahn hace hincapié en la complementariedad del aprovisionamiento de recursos líticos, en el marco de movimientos que sirven para satisfacer otras necesidades subsistenciales básicas (caza especializada del reno). Sin embargo, los estudios zooarqueológicos no parecen sustentar estas hipótesis migratorias (Delpeche, 1983). Así pues, otras modalidades de adquisición de materias primas “exóticas” parecen más probables, especialmente las vinculadas con los contactos entre grupos o individuos.

Los intercambios, podrían haberse generado tras visitas recíprocas en una zona de “interacción social”, o *visiting zone*, según fue esta definida por Binford (1988), situada fuera del territorio de explotación económica habitual del grupo humano en cuestión. El desplazamiento de bienes pudo igualmente ser el resultado de varios intercambios sucesivos que desembocarían, por la repetición de procesos de visita recíproca, en la formación de un fenómeno similar al establecido por Renfrew para las sociedades productoras, y que se conoce con el término *down-the-line*.

Ambas formas espaciales de intercambio suponen la existencia de un espacio de relaciones sociales.

En nuestro trabajo, esta presencia de materiales exógenos a la región de estudio ha sido claramente constatada en los yacimientos del Paleolítico Superior de la cuenca baja del río Còa, donde la caracterización petrográfica y micropaleontológica del sílex, indican desplazamientos de más de 150 Km.

Aubry y otros (e.p1) han propuesto tres grandes modelos interpretativos que permitirían explicar esta presencia de sílex.

Según una primera hipótesis, todos los yacimientos detectados corresponderían a ocupaciones estacionales, de carácter cinegético, llevadas a cabo por grupos originarios de territorios con sílex. Sin embargo, la escasa proporción de sílex en todas las series arqueológicas, y el análisis de su repartición espacial en relación con las distintas estructuras documentadas en los yacimientos, proporcionan argumentos suficientes para descartar esta hipótesis. Ya que si interpretamos los yacimientos como el resultado de ocupaciones cortas con finalidad cinegética (Aubry, 1998), deberíamos documentar el abandono de sílex de un único origen geográfico. Sin embargo, nuestros estudios ponen de manifiesto la utilización de sílex que proceden de fuentes que distan entre ellas más de 300 Km., y que han sido tallados según unos mismos procedimientos técnicos y alrededor de una misma estructura (Aubry et al e.p 3).

Una segunda hipótesis sería considerar que el sílex habría sido captado mediante marchas realizadas ex profeso. Sin embargo, la variedad de sílex explotados, de orígenes geológicos y geográficos muy dispares, constituye un argumento contra esta hipótesis de expediciones efectuadas con el objetivo de aprovisionarse de sílex.

La tercera hipótesis, a nuestro entender la más plausible, considera que los distintos tipos de sílex abandonados en los yacimientos no pudieron ser recolectados por miembros de un grupo humano que explotase el valle del Còa, ya que su territorio de explotación regular se extendería sobre unos 2000 Km². Esta variedad sistemática de sílex de orígenes distintos implicaría, o bien la existencia de yacimientos intermedios en los cuales tuvo lugar la mezcla de las distintas procedencias. O bien, el desplazamiento de diferentes grupos humanos, de distintos orígenes geográficos, cuyas industrias líticas estarían confeccionadas con sílex, hacia unos mismos yacimientos del valle del Còa.

La comparación entre los datos de aprovisionamiento en materias primas líticas de las ocupaciones del gravetiense del valle del Còa y las del centro de Portugal permiten evidenciar la explotación de fuentes de aprovisionamiento comunes y la explotación mayoritaria de territorios de superficies idénticas, inferiores a 500 Km²., en las que se

integra la utilización del cuarzo y la cuarcita (Zilhão, 1997). Sin embargo, en el estado actual de nuestros conocimientos, no nos es posible dilucidar entre las modalidades del intercambio entre grupos que implica la existencia de yacimientos intermediarios en el límite de los territorios explotados, o el desplazamiento poblacional hacia los yacimientos del Côa (Aubry, 2001). Este último hecho indicaría un proceso de reagrupamiento estacional, en yacimientos de “agregación”, de varias unidades de subsistencia pertenecientes a una misma unidad de reproducción (Zilhão, 1997).

Entre los cazadores recolectores actuales estos espacios se encuentran especialmente desarrollados en los medios en los que los recursos son imprevisibles. El establecimiento de este espacio, por el que circula la información relativa a la localización de los recursos indispensables para sobrevivir, es un elemento esencial en las estrategias de minimización de riesgos inherentes a estas economías en áreas marginales (Gamble, 1986; Whallon, 1989). El intercambio de bienes es parte integrante de estas estrategias, porque contribuye a consolidar las relaciones sociales. Conocemos comportamientos de este tipo entre los bosquimanos del Kalahari y los aborígenes del desierto australiano (Wiessner, 1982, Gould, 1980). Así como entre los grupos cazadores de otras latitudes, como los nativos norteamericanos y esquimales (Gamble, 1989).

Esta hipótesis de intercambio en un territorio social, se presenta a nuestro entender, como alternativa a la adquisición vinculada a los desplazamientos estacionales de Bahn, en los casos, por ejemplo, en que los ejes de circulación de materias primas, no se corresponden con los ejes migratorios de las manadas de herbívoros.

6.4.- El comportamiento económico de los grupos cazadores-recolectores. El aprovisionamiento directo de materias primas. La Balma del Gai y la Cova del Parco.

Cuando tratamos con materiales líticos obtenidos directamente por un grupo humano, sin intercambio, sí parece evidenciarse que la estrategia principal es la obtención de materias primas de manera “incidental”, es decir, en relación con los movimientos de subsistencia, y previendo las necesidades futuras, tal y como expone Vierra en su trabajo sobre la subsistencia y la tecnología lítica de los grupos mesolíticos portugueses (Vierra, 1995). Según dicho autor, esta estrategia de aprovisionamiento escalonada en el

tiempo y el espacio, se practicaría tanto por grupos cazadores-recolectores organizados de forma residencial, como entre los grupos organizados de forma logística.

En nuestro caso, creemos que un tipo de aprovisionamiento escalonado en el espacio es el que hemos puesto de evidencia en el yacimiento de la Balma del Gai. A pesar que el registro arqueológico se encuentra sesgado, pensamos que este yacimiento no puede caracterizarse como un campamento base, ya que la variabilidad de actividades documentadas resulta escasa. Por un lado, según el Dr. Jordi Nadal (com. per.), la heterogeneidad de la fauna tiene una difícil valoración. Por otro lado, otros aspectos relacionados con la tecnología lítica, como la escasa variabilidad de útiles documentados, y la monotonía funcional de los mismos, nos inclinan a pensar que nos encontramos ante un yacimiento de actividad puntual.

El hecho de documentar completas las cadenas operativas de producción lítica, es un elemento que, a nuestro entender, mostraría que el aprovisionamiento no fue escalonado en el tiempo, ya que no se produce una fractura temporal de la cadena de producción. Sólo existe una fractura espacial, motivada por las características propias del aprovisionamiento, que se explicaría, por tratarse de una zona deficitaria en recursos líticos de calidad, que pudiesen responder a las necesidades del tipo de útil requerido, para las actividades documentadas en el yacimiento.

Diversos parámetros indicarían, según nuestro entender, que los ocupantes de la Balma del Gai procedían de otro lugar, y se desplazaban al yacimiento para realizar actividades concretas. En primer lugar, la situación y dimensiones del yacimiento. En segundo lugar, la falta de autoctonía lítica, ya que todos los materiales son aportados. Sin embargo, no estamos tampoco ante un grupo con una secuencia temporal de movilidad larga, es decir, que realice grandes desplazamientos a lo largo de un vasto territorio. Para tal afirmación, nos basamos en el registro de tipos de materias primas, que se reduce a unas pocas variedades de sílex de origen Muschelkalk, localizable en la cuenca del río Tenes y sus afluentes. Este elemento, denota una gran uniformidad geográfica/geológica de los materiales arqueológicos, difícil de explicar si intentáramos insertar el yacimiento del Gai, en una ruta regional de desplazamientos. Nuestra conclusión sería que, nos encontramos ante un movimiento de tipo unidireccional, desde la zona de la depresión del Vallès Oriental, probablemente a través de la cuenca del Tenes, hacia el altiplano del Moianès, para la realización de ciertas actividades específicas en el yacimiento, para las que se requieren una materia prima de unas ciertas

características, de la cual los ocupantes de la Balma del Gai se aprovisionaban antes de alcanzar el yacimiento.

Como vemos los elementos constituyentes del concepto “demanda lítica de Luedtke (1984) se adaptan perfectamente a esta hipótesis.

La tesis de Vierra, nos presenta otra variable fundamental, para intentar comprender la naturaleza de la organización de la explotación de los recursos abióticos. Al margen de los comportamientos tecnológicos, que podemos asimilar al concepto de “demanda lítica” de Luedtke, debemos valorar los patrones de asentamiento de las comunidades. Esta variable, ausente en el concepto de demanda lítica, tiene a nuestro entender gran importancia.

Ya ha llegado pues el momento de retomar la modelización sobre patrones de asentamiento, que habíamos mencionado anteriormente. Resulta evidente que cualquier yacimiento arqueológico responde a unas características “estratégicas”. Sin embargo, no todos los yacimientos presentan un nivel similar de actividades desarrolladas, ni una misma complejidad en la ocupación del espacio. Es en este sentido, que podemos establecer variaciones entre ocupaciones; entre aquellos horizontes culturales con una elevada variedad de actividades desarrolladas, que podemos considerar como campamentos base, caracterizados por: cadenas de producción lítica completas y elaboradas, organización del espacio compleja -con hogares estructurados-, evidencias cinegéticas, diversos procesos de trabajo complejos como el procesado de la piel en sus distintas fases o la elaboración de industria ósea. Y los yacimientos, donde por las características documentadas (tanto industriales, como de otra índole), parecen llevarse a cabo actividades de carácter puntual, o específico, como sería el caso de la Balma del Gai que acabamos de analizar.

Esta variabilidad en los patrones de asentamiento fue lo que llevó a la modelización teórica sobre ocupación del territorio por parte de Gamble (1990), en la que se diferenciaban dos estrategias organizativas (*forrager* y *colector*), en un modelo de explotación definido como “ecológico” (Gamble, 1986).

El modelo ecológico de explotación tiene implicaciones sobre el tamaño reducido de los grupos, así como sobre su movilidad en el seno del territorio. Las variaciones en el grado de movilidad dependerán, en gran parte, de la estructura del entorno, es decir, de los recursos explotables, tanto bióticos como abióticos.

Hay muchas clases de adaptaciones entre los cazadores-recolectores, por tanto, la ecología constituye sólo el principio básico en la organización de dichas adaptaciones. Para Gamble, debemos ver el Holoceno en términos de variación en las estrategias de supervivencia. El advenimiento de esta fase se caracterizó por cambios en el clima, la estacionalidad, el nivel del mar, cambios de vegetación, fauna y suelos (Milliken, 1998); y supuso, la aparición de entornos altamente productivos, tanto en términos alimentarios como ecológicos. Para intentar valorar los cambios (adquisición de nuevas estrategias) o las variaciones (soluciones alternativas), debemos, según Gamble, (1986), caracterizar las estrategias de explotación de los recursos en base a los costes relativos de su explotación, es decir, en función de su adaptación a las estrategias de supervivencia.

Si intentamos aplicar esta valoración a los yacimientos tratados por nosotros, veremos como la reducción de las áreas espaciales de aprovisionamiento lítico documentada durante los momentos holocenos, niveles epipaleolíticos de la Cova del Parco, puede relacionarse con dicha estrategia de supervivencia.

Por un lado, en la explotación de fuentes alimentarias, que aunque son más pequeñas (lagomorfos), a la vez resultan más predecibles, y presentan mayor densidad sobre el territorio, en consecuencia, su coste relativo de explotación es menor. En este sentido, los estudios de aprovisionamiento biótico resultan fundamentales para establecer el grado de explotación de un territorio (Aura y Pérez, 1995; Nadal, 2000; Mangado et al, e.p; Fullola et al, e.p).

Por otro lado, podemos establecer el coste de explotación de las materias primas de un yacimiento en base tanto a su captación como a su tecnología. Así, los cambios en el registro arqueológico evidencian las transformaciones estructurales de los grupos prehistóricos, como respuesta a las condiciones ecológicas cambiantes.

Por este motivo, el estudio de una secuencia estratigráfica amplia podrá informarnos, precisamente, sobre las transformaciones de las estrategias de organización tecnológica. Tal es el caso de lo observado en la secuencia del Magdaleniense final y el Epipaleolítico de la Cova del Parco.

Podemos definir el horizonte magdaleniense final de la Cova del Parco como un campamento estacional (Fullola et al, e.p). Desde un punto de vista organizativo, este nivel ha sido considerado por sus excavadores como complejo, en base a una

ordenación del espacio jerarquizada por numerosas, y elaboradas, estructuras de combustión. Se han documentado diversas áreas de actividad y diversos procesos de trabajo en relación al procesado de la piel y de la industria ósea (Calvo, 1997, 2001).

El aprovisionamiento biótico, si bien no es especializado, sí que muestra una preferencia por la caza de cabras. El estudio de los restos de dentición evidencia que estos animales fueron cazados con uno o dos años de vida. Este hecho sitúa la ocupación del yacimiento durante la primavera-verano (Nadal, 2000, Fullola et al e.p).

El aprovisionamiento abiótico también muestra su complejidad. Por un lado, contamos con la presencia de distintos tipos de sílex de orígenes geográficos y geológicos distintos. Por otro lado, se evidencian cadenas operativas de producciones líticas completas y complejas, tanto en los sílex locales (que son predominantes) como en los de origen exógeno.

Los sistemas técnicos de producción empleados son varios, entre ellos debemos destacar la producción a partir de núcleos con arista-guía predeterminada de origen de la explotación. Este procedimiento técnico se vincula, especialmente, con los materiales silíceos de origen exógeno, ya que se ha evidenciado una voluntad clara de confeccionar determinado tipo de utensilios, en especial los elementos de dorso abatido, con este tipo de material silíceo (Mangado, 1997; Mangado et al, e.p).

El horizonte microlaminar, documentado con posterioridad en el mismo yacimiento, muestra los primeros síntomas de cambio, o variación, en lo que nosotros valoramos como una solución alternativa, o respuesta adaptativa inicial, a un medio cambiante.

En primer lugar, desde un punto de vista de ordenación espacial, debemos destacar que nos encontramos también ante una ocupación compleja, jerarquizada en torno a una gran estructura de combustión, con diversas reutilizaciones (Fullola et al, e.p). Sin embargo, no podemos precisar mucho más sobre las características de ordenación espacial de dicho horizonte, pues este había sido parcialmente excavado con anterioridad por el descubridor del yacimiento. Los análisis traceológicos, en curso, esperamos que nos aporten más luz sobre el funcionamiento de las actividades desarrolladas durante este horizonte.

En segundo lugar, desde el punto de vista del aprovisionamiento biótico, observamos una maximización de recursos próximos al yacimiento, junto con las cabras (medio montañoso) aumenta la caza de ciervos y lagomorfos (Nadal, 2000). Los ciervos nos

indican un paisaje más boscoso, indicio del cambio climático holoceno en la zona de la Cova del Parco, como muestran los diagramas polínicos, con un aumento progresivo de la masa arbórea. Se trataría de un paisaje semiabierto en el que el bosque mediterráneo empieza a extenderse (Bergadá et al. 1999). Los conejos, muy abundantes, nos muestran una explotación intensa de un recurso predecible.

En tercer lugar, el aprovisionamiento abiótico presenta también modificaciones. Por un lado, documentamos la existencia predominante de materia prima silícea de origen local, cuya cadena operativa de producción lítica aparece completamente representada en el yacimiento. Por otro lado, el sílex de origen exógeno decrece muy considerablemente en los inventarios. Este fenómeno se acompaña de otra evidencia tecnológica, no ha sido posible documentar la cadena operativa de producción lítica completa de este material exógeno. Este hecho nos revela una ruptura espacio-temporal de la producción sobre este tipo de material, que nos lleva a considerar que los sílex exógenos fueron introducidos en el yacimiento en forma de soportes ya formateados.

Por lo que se refiere a los procesos de producción técnica, éstos son idénticos a los documentados con anterioridad en el mismo yacimiento (Mangado y Bartrolí, 2000). Aparece claramente como predominante una producción de tipo menos elaborado, es decir, sin configuración de arista guía de inicio de la explotación. Este fenómeno debe ponerse en relación con la selección preferencial de los materiales de origen local para la confección de todo el instrumental lítico. En el horizonte microlaminar se pierde la relación existente con anterioridad entre sílex exógeno y elementos de dorso abatido. (Mangado et al, c.p).

Esta modificación, la valoramos como una solución alternativa, a la captación de materiales exógenos. Desconocemos la causa del abandono de la captación de dichos materiales, ya que la demanda lítica subsiste (pérdida de la tradición de la transmisión de la información, grupos humanos distintos que vienen a ocupar y explotar el territorio, etc.) Fueran cuales fuesen, el o los motivos, debemos suponer que están en relación con un coste relativo excesivo, en comparación a la respuesta adaptativa encontrada, con la explotación de los materiales locales.

Finalmente, para valorar la transformación de las estrategias de organización tecnológica de los ocupantes de la Cova del Parco, analizaremos el horizonte cultural geométrico. La ocupación geométrica ha sido considerada por sus excavadores como

puntual y poco estructurada, en base a hogares planos y sin ningún tipo de delimitación. El horizonte geométrico mostrará pues la adquisición de nuevas estrategias adaptativas. En aquel horizonte, la cueva no funcionó como campamento base, ya que las evidencias de espacio aprovechable, así como las actividades documentadas son escasas, y al mismo tiempo, muestran una complejidad menor, tanto en el trabajo de la piel, como en el del procesado del hueso (Calvo, 2001; Mangado et al e.p).

El aprovisionamiento biótico muestra un aumento en la proporción de ciervos, aunque siguen siendo cabras, y en especial conejos, los animales más representados. Los estudios paleomedioambientales sugieren un paisaje bastante abierto, una estepa arbustiva de clima seco y poco frío, en el que se desarrollan los robles en los parajes más húmedos (Bergadá et al, 1999).

Por lo que respecta al aprovisionamiento abiótico, muestra la adquisición de una nueva estrategia adaptativa. Por un lado, se documenta como predominante el sílex local, cuya cadena operativa de producción lítica continua apareciendo de forma completa en el yacimiento, utiliza como sistema técnico de explotación los núcleos sin configuración previa de arista gufa. Por otro lado, evidenciamos la aparición de nuevas variedades de materias primas silíceas, no documentadas con anterioridad en la secuencia estratigráfica. Estos materiales, cuyo origen geológico/geográfico permanece aún desconocido, presentan a su vez unas cadenas operativas de producción lítica sesgadas, ya que sólo se han recuperado en forma de soportes retocados (útiles). Ello pone de manifiesto dos hechos. En primer lugar, una o varias rutas de movilidad distintas, y desconocidas con anterioridad en el yacimiento, que dieron como resultado la documentación en este horizonte geométrico de estos materiales. Estas rutas, evidentemente, pueden ser fruto al mismo tiempo de grupos humanos distintos, que vinieron a ocupar la cueva en diferentes ocasiones. En segundo lugar, los útiles documentados sobre estas nuevas variedades litológicas son todos elementos geométricos (o bien microburiles), con lo cual, desde un punto de vista tecnológico, aparece una clara fractura con la tradición técnica anterior. La técnica del microburil, como elemento utilizado para la configuración de los útiles, muestra una clara transformación de las estrategias de organización tecnológica. La adquisición de dicha técnica poco o nada parece tener que ver con la disponibilidad de los recursos líticos, su invención debe relacionarse, más probablemente, con una técnica de producción que aumentó la eficacia adaptativa de los cazadores-recolectores a su medio.

6.5.- CARACTERIZACIÓN Y APROVISIONAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS ABIÓTICAS EN EL EPIPALEOLÍTICO DEL NORESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA.

Como colofón a este trabajo vamos a intentar insertar nuestras conclusiones en un marco general sobre la situación del aprovisionamiento en materias primas abióticas en el ámbito del noreste peninsular durante el Pleistoceno final e inicios del Holoceno.

Los trabajos desarrollados en el noreste peninsular en el campo de la caracterización de materias primas, utilizadas por los grupos cazadores-recolectores prehistóricos son aún hoy día escasos, como ya han puesto de manifiesto algunos investigadores (Terradas, 1998).

Uno de los principales problemas con que nos encontramos a la hora de abordar este estudio es la diversidad de la naturaleza de los datos disponibles, dado que en la mayoría de los casos nos encontramos con la imposibilidad de contrastar los datos procedentes de aplicaciones metodológicas sustancialmente diferentes (análisis macroscópicos *vs* análisis petrográficos). A menudo, sólo disponemos de porcentajes de las diferentes materias primas, y en el mejor de los casos apreciaciones subjetivas, tanto sobre su origen, como sobre sus características de definición. Parte de esta situación es fruto de la falta de especialistas en arqueopetrología, ya que el objetivo de la aplicación de técnicas analíticas en arqueología no ha de ser la acumulación de un mayor número de datos, sino que ha de radicar en su adaptación para responder a cuestiones y problemas concretos, en el marco de una investigación global enfocada a la obtención de una aproximación a los comportamientos culturales, socioeconómicos, de nuestros antepasados.

Para conseguir unos resultados positivos del trabajo realizado, es necesario partir de una propuesta metodológica correctamente construida, en este sentido, creemos que el método propio de las ciencias naturales "describir y comparar" es el más adecuado, ya que la descripción y contrastación de los datos de las diversas escalas de análisis desarrolladas es el camino más fiable para obtener interpretaciones precisas y correctas de los fenómenos analizados. En este sentido es fundamental, por un lado, realizar un trabajo de campo, o prospección, pormenorizado (Simonnet, 1979; Carrión et al, 1998). La prospección sobre el terreno, a partir de la documentación geológica exhaustiva del

área de estudio, es fundamental para establecer los diferentes afloramientos de materias primas (afloramientos en posición primaria y/o secundaria) susceptibles de haber proporcionado materiales explotables para la confección de los conjuntos líticos prehistóricos.

Por otro lado, la caracterización petrográfica de las muestras recuperadas por prospección geoarqueológica, y su contrastación con la petrografía de los materiales procedentes del propio yacimiento arqueológico, resulta imprescindible para intentar establecer las relaciones de vinculación cronotemporal entre el territorio de explotación económica de cada grupo humano y sus asentamientos (Mangado, 1998).

Así pues, la finalidad de nuestro estudio no concluye con la caracterización de las materias primas utilizadas por los grupos cazadores recolectores en un territorio concreto; hecho que se materializa mediante el dibujo de las flechas que unen los distintos afloramientos con el yacimiento, sino que radica en el intento de definir como se estructura esta vinculación entre los grupos humanos (por tanto sociales) y el territorio, en el marco de una dinámica global de gestión de los recursos económicos.

A pesar de las dificultades que hemos mencionado en el apartado precedente (diversidad de la naturaleza de los datos disponibles, falta de estudios especializados), nuestra intención es establecer mediante un recorrido de orden cronológico y a la vez geográfico, las características que a nivel de áreas de captación, explotación y utilización de las diversas materias primas podemos observar entre toda una serie de yacimientos con ocupaciones epipaleolíticas. Nuestro objetivo ha sido documentar qué características de los diferentes conjuntos estudiados podemos considerar que suponen una continuidad, y qué elementos se muestran como innovaciones, o rupturas, en la gestión de los recursos minerales, por parte de los grupos cazadores-recolectores holocénicos de nuestro ámbito geográfico.

Los procesos de transición y ruptura siempre se valoran respecto a situaciones anteriores; en nuestro caso, consideraremos las rupturas respecto al periodo cronológico precedente, en sentido amplio el Magdaleniense.

6.5.1.- Estrategias de organización tecnológica durante el Magdaleniense en el Noreste peninsular.

En Cataluña las industrias líticas magdalenienses se caracterizan por el uso casi exclusivo del sílex como materia prima mineral para la confección de útiles. Esta predilección por este material la podemos documentar tanto en yacimientos dónde esta litología es fácilmente obtenible en el paisaje, como en yacimientos de áreas geográficas dónde el sílex es un material escaso, y a menudo con unas aptitudes para la talla modestas.

Así, el ámbito geográfico del primer grupo de yacimientos que hemos mencionado comprende algunas comarcas meridionales de Cataluña como *el Priorat*, mencionaremos por ejemplo *l'Abric dels Colls*, datado en 10.950 ± 120 BP y 10.050 ± 85 BP (Fullola et al, 1995) que se corresponde con una ocupación pleistocena adscribible al Magdaleniense Superior Final, o de transición hacia una primera fase de los grupos cazadores-recolectores, que se desarrollaron durante el Epipaleolítico Microlaminar. Este yacimiento presenta el 100% de la industria lítica en sílex. Esta materia prima fue captada de afloramientos de tipo secundario de origen aluvial inmediatamente accesibles desde el propio asentamiento (Adseries et al, 1996).

Este mismo comportamiento de especialización en un único recurso, centrado en la explotación exclusiva del sílex, como materia prima, se evidencia también en las comarcas de la Cataluña oriental. En *el Segrià*, se encuentra *la Balma de la Peixera d'Alfès* -sin datación absoluta-, atribuido, sin embargo, tipológicamente al Magdaleniense Superior. Presenta un 100% de industria en sílex (Fullola et al 1986; Fullola y García-Argüelles, 1987; García-Argüelles y Fullola, 1987-88). El sílex recuperado presentaba córtex en casi la cuarta parte de las piezas, el número de núcleos (20), la acumulación de laminillas de dorso abatido, y los remontajes llevados a cabo, nos indican que la talla de sílex fue una de las actividades principales desarrolladas en el asentamiento.

En la comarca de *la Noguera*, ya en ámbito Prepirenaico, contamos con el nivel II de *la Cova del Parco*, y que presenta también un 100% de industria sobre este material, para el cual nos fue posible en su día establecer dos orígenes geológicos/geográficos claramente distintos, que parecían responder a procesos productivos de configuración de

útiles diferenciados (Albert et al, 1997; Mangado, 1998 a y b; Mangado et al , en prensa).

El segundo de los ámbitos geográficos que consideraremos se corresponde con las comarcas de la Cataluña nororiental, en las cuales el sílex es una litología escasa. A pesar de esta limitación su uso durante el Paleolítico Superior, y muy especialmente durante el Magdalenense, fue notablemente más intensa que en periodos cronológicos anteriores. Así, en el yacimiento de *la Bora Gran d'en Carreres* en el *Pla de l'Estany*, datado en 11.470 ± 500 BP. El sílex representa el 85% de los soportes de la industria lítica. En *la Garrotxa*, el yacimiento de *Coma d'Infern* alcanza un 99,5% de restos de esta materia prima, y el yacimiento de *Sant Benet* en la comarca de *la Selva* presenta un porcentaje de sílex del 99,9% (Soler et al, 1990; Soler, 1999). La gran cantidad de sílex documentado hace presuponer a estos autores que el NE de Cataluña se encontraría integrado en una red de intercambios de materiales silíceos a largas distancias, que incluiría materiales procedentes de la vertiente norte de los Pirineos y el *Languedoc*.

En las comarcas de Barcelona, el yacimiento de Can Garriga, en el *Vallès Oriental*, presenta una industria lítica realizada casi exclusivamente en sílex, atribuida por Lorencio, al Magdalenense Superior -sin datación C14- (Lorencio, 1987). Esta autora sitúa el área de captación de los recursos líticos, aunque no existen análisis de ningún tipo que lo confirmen, en los afloramientos secundarios ubicados en la zona de la Riera de Riells del Fai, lugar que se encuentra situado a pocos kilómetros de distancia.

6.5.2.- Estrategias de organización tecnológica durante el Epipaleolítico.

En lo concerniente a las áreas de captación de materias primas durante el Epipaleolítico, nos encontramos ante una situación diferente, entre los diversos yacimientos documentados en Cataluña. Esta diferenciación en la captación, explotación y utilización de las materias primas es ajena a la estructura clasificatoria establecida por Fortea (1973) entre Epipaleolítico microlaminar y Epipaleolítico geométrico.

En líneas generales, podemos observar como se produce un fenómeno de "localismo" en la explotación de los recursos líticos, que prueba que las materias primas locales, es decir, de los alrededores más inmediatos de los yacimientos, constituyen el conjunto fundamental de los soportes para la confección de los útiles.

Este fenómeno de restricción del espacio de captación de materias primas, es un elemento más de los de fenómenos de regionalización, que parecen tener lugar en el conjunto de la gestión de los recursos, por parte de los grupos cazadores-recolectores de amplio espectro del Epipaleolítico, no sólo en Cataluña, como ya han puesto de manifiesto otros trabajos (Demars, 1993).

Así pues, podemos ver como en las áreas donde el sílex es un material abundante, éste continuo siendo el soporte para la confección de la inmensa mayoría de la industria lítica. En este sentido, en la comarca de *el Priorat* debemos mencionar los yacimientos de *la Bauma de l'Auferí* en el curso medio del río Montsant, culturalmente adscrito al Epipaleolítico microlaminar (Adserias et al, 1996), i *l'Abric del Filador* -estrato VII- (Bartrolí, 1993) adscrito al Epipaleolítico geométrico, datado en 9.130 ± 230 BP y 9.830 ± 160 BP (García-Argüelles et al, 1992; Nadal et al, 1993). Ambos yacimientos presentan una importante actividad de producción de talla de material lítico, casi exclusivamente en sílex. El córtex rodado de los nódulos muestra su captación en afloramientos de tipo secundario, es decir, en las terrazas del propio río Montsant que drena la llanura de Ulldemolins, donde el sílex es una litología francamente abundante (Doce, 1989). A pesar de ello, el proceso de preparación de la talla se muestra substancialmente distinto entre ambos yacimientos. Mientras que en el estrato VII de *l'Abric del Filador* (Bartrolí, 1993) la talla se jerarquiza mediante el establecimiento de un volumen favorable para la explotación laminar, en la *Balma de l'Auferí*, el sistema de producción laminar no presenta el desarrollo de ninguna técnica precisa. La talla de soportes laminares, en este caso, se determina por la morfología de los bloques de materia prima, mediante la explotación del eje más largo del volumen (Adserias et al, 1996).

El mismo tipo de explotación de fuentes secundarias ha sido observado en otros yacimientos epipaleolíticos microlaminares como, la *Cova del Vidre* (*Roquetes, Montsià*), datada en el 10.740 ± 130 BP, con seis tipos distintos de sílex documentados (Bosch, 1996), o el yacimiento de *Picamoixons* (*La Riba, Alt Camp*), con diversas dataciones entre el 10.900 ± 90 BP y el 9.170 ± 80 BP, donde los soportes de la industria lítica son el sílex en un 99% y la ágata y el jaspe en el 1% restante (García Diez et al, 1997).

Por lo que respecta a la *Cova del Vidre*, yacimiento localizado en la vertiente suroriental de la *Serra del Caro* de los *Ports de Beseit*, no sabemos de la realización de

prospecciones geoarqueológicas, a pesar de ello, se llevó a cabo la caracterización macroscópica de la industria lítica, en base a criterios colorimétricos. Dicha clasificación permitió al investigador del yacimiento observar cambios en la aparición de los diversos tipos de sílex, y la presencia en ocupaciones concretas de materiales silíceos específicos.

Las diferencias industriales observadas entre los dos periodos de ocupaciones analizadas en la *Cova del Vidre* pueden atribuirse, según Bosch (1996), al progreso tecnológico general que se produjo en etapas distintas del Holoceno antiguo. Según este autor, el reparto más homogéneo entre las variedades de sílex, la mayor explotación de los sílex de calidad más elevada, y el número sensiblemente mayor de tipos industriales utilizados durante las ocupaciones de las etapas más recientes de la estratigrafía, serían debidos a un mayor número de actividades desarrolladas en el asentamiento, un mejor conocimiento, y una explotación más sistemática, de los recursos líticos del medio durante unas ocupaciones más prolongadas que en el periodo precedente.

En el caso de *Picamoixons*, el yacimiento localizado en un pequeño abrigo travertínico situado en la ribera del río Francolí, en el extremo sur del paso de *La Riba*, se caracteriza porque todos los materiales líticos explotados son captables en un radio no superior a los 2 Km., en la terraza baja del río Francolí, y en el marco geológico del Muschelkalk local. Los sistemas técnicos de producción de instrumental lítico se basan en secuencias de explotación ortogonales, en las que predominan los modos de configuración cónicos y cilíndricos, orientados a la obtención de productos de tendencia laminar. El desarrollo de la talla polarizada sobre planos horizontales y sagitales da lugar a un amplio espectro de soportes laminares, la industria lítica demuestra una especialización en la producción de morfotipos standard (raspadores, raederas, denticulados y dorsos abatidos, a partir de talla sobre planos horizontales, y buriles, a partir de talla en plano sagital y transversal). También se documenta la talla centrípeta orientada a la obtención de lascas (Carbonell et al, 1988).

En las comarcas orientales de Cataluña contamos hoy en día únicamente con el ejemplo del yacimiento de la *Cova del Parco* (*Alòs de Balaguer, La Noguera*) (Fullola et al, 1998; Mangado et al, e.p). El horizonte epipaleolítico microlaminar de la Cova del Parco, datado en 11.430±60 BP y 11.270±90 BP (Fullola et al, e.p) se caracteriza por una estrategia de maximización de fuentes abióticas próximas al yacimiento, como

solución alternativa de adaptación ante un medioambiente cambiante (inicios del Holoceno). Por contra, el horizonte cultural epipaleolítico de la *Cova del Parco* datado entre 10.930±100 BP para las dataciones más antiguas y 10.190± 290 BP para las ocupaciones más modernas (Fullola et al, 1998), muestra la adquisición de una nueva estrategia de organización tecnológica. Si bien el sílex continuó siendo la litología básica de la industria, podemos observar la aparición de nuevas materias primas talladas como: la cuarcita y la pizarra, en porcentajes muy bajos. Por otro lado, los materiales locales continúan proporcionando el conjunto principal de restos de este nivel pero registramos por primera vez la explotación de nuevas variedades de materias primas silíceas, no documentadas anteriormente, el origen de las cuales permanece aún desconocido. Se trata concretamente de sílex con microfósiles, aunque su mal estado de preservación no nos ha permitido una determinación más precisa. Sin embargo, su sola presencia nos permite, sin lugar a dudas, apuntar su origen marino, y por tanto, nos obligará a llevar a cabo nuevos trabajos de prospección geológica sobre calizas marinas. Resulta también destacable la realización de un "stock" de bipuntas de dorso en arenisca silicificada, material raro y desconocido con anterioridad en el yacimiento. El otro elemento destacado en este horizonte cultural es precisamente la aparición de la técnica del miroburil para la realización de los proyectiles geométricos

En función del cambio en los porcentajes de aparición y explotación de los diferentes tipos de materiales, y de las distancias necesarias para obtenerlos, pensamos que en el caso del Epipaleolítico de la *Cova del Parco* se perfila, desde un punto de vista diacrónico un progresivo proceso de reducción en las áreas de captación de ciertos materiales silíceos. Este proceso se acompaña, probablemente, de nuevas rutas de movilidad, que explicarían la presencia de estos otros materiales silíceos anteriormente no documentados (sílex con microfósiles).

En las comarcas de la Cataluña central, donde el sílex aunque presente, no es especialmente abundante, también documentamos el predominio del sílex como materia prima principal para la confección de la industria lítica. Este es el caso del nivell IIIa interior de la *Cova de la Guineu* (*Fontrubí, Alt Penedès*), datada en 9.850±80 BP, atribuido al complejo microlaminar de Fortea (Equip Guineu, 1995). En este nivel encontramos cuarzo y cuarcita, juntamente con pequeñas cantidades de jaspe, el origen del cual podría situarse en los niveles miocenos del *Morrot de Montjuïc* en Barcelona

(Sala et al, 1997). El sílex representa el 91% de los restos líticos de este nivel microlaminar de la *Cova de la Guineu*, en ninguna de las publicaciones se especifica la distancia a las fuentes de aprovisionamiento lítico, aunque la presencia en este nivel de malacología marina nos indica la posibilidad de contactos con la costa a través de la depresión del *Penedès*. Tanto en dicha depresión (IGME, 1952; Ramon, 1985) como en el litoral (desembocadura del río Foix) han sido reconocidos diversos puntos de afloramiento de sílex.

El mismo esquema de explotación de los recursos minerales parece documentarse en el nivel Epipaleolítico microlaminar -n.II- de la *Balma de la Griera (Calafell, Baix Penedès)* donde la materia prima sobre la que se ha realizado la industria es el sílex en un 97%, aunque también se constata, a pesar que su representatividad no sea estadísticamente significativa, la existencia de cuarzo, cuarcita y jaspe (Fullola et al, 1997).

Un primer análisis macroscópico del material, y más concretamente de las piezas que conservan córtex permitió a sus excavadores observar la existencia de dos áreas de aprovisionamiento diferenciadas; una del tipo afloramiento en posición secundaria ligado con alguna cuenca de drenaje, como mostraban los córtex erosionados por rodamiento y transporte fluvial; y una área de aprovisionamiento primario de córtex de aspecto fresco y sin erosión (Fullola et al, 1997).

El último claro ejemplo del aprovechamiento intensivo de una materia prima de calidad, en un entorno donde esta no es especialmente abundante lo hemos documentado en el yacimiento Epipaleolítico de la *Balma del Gai (Moià, Bages)*. Las excavaciones llevadas a cabo por Guilaine y Llongueras los años 1977-1978 dieron a conocer una industria de transición entre el Epipaleolítico "aziloide" y el Epipaleolítico "sauveterroide", datado por C14 de la capa I en, 9860±400 BP y 10030±160 BP (García-Argüelles et al, 1992). La ligera aparición de elementos geométricos haría que este yacimiento fuera paralelizable con el de *l'Areny (Vilanova d'Escornalbou)*, y con el estrato VIII/IX de *l'Abric del Filador*; todos ellos situables en los momentos finales de la facies microlaminar tipo "Sant Gregori" de Fortea. Las materias primas utilizadas en el conjunto industrial recuperado en aquel momento eran variadas. Predominaba el sílex (82%), el cuarzo (11%), la caliza (3,4%), también aparecían representadas en

porcentajes menores la cuarcita, el cristal de roca, el jaspe y la lidita (Estrada et al, 1990).

En los últimos años el reinicio de la excavación por parte de la Dra. García-Argüelles y el equipo del SERP ha permitido exhumar un importante conjunto lítico adscrito a la misma facies referida anteriormente. Se han obtenido nuevas dataciones: 8.930± 140 BP ,11.170±160 BP. (Fullola y García-Argüelles, 1996) 10.260±90 BP y 12.240±110 BP (Petit, 1998).

El interés primordial del análisis de caracterización de materias primas en el yacimiento de la *Balma del Gai* reside en la ubicación del mismo en el *Moianès*, donde no ha sido documentada la presencia de afloramientos de materia primas silíceas. Este hecho confiere especial importancia al estudio de éstas, ya que a priori su aparición en el yacimiento no es fruto de la explotación de fuentes de origen local.

Por lo que se refiere a las otras materias primas documentadas en el yacimiento, éstas no presentan, salvo el cuarzo hialino, o cristal de roca, ningún problema de localización en el paisaje de los alrededores, más o menos inmediatos de la Balma, donde tanto el cuarzo como la caliza aparecen abundantemente bajo morfología de cantos. Estos cantos, los hemos recuperado tanto entre las litologías de los conglomerados dominantes en el relieve del área de estudio, como a lo largo de los diferentes cursos fluviales prospectados a la búsqueda de sílex (rieras del Gai, de Gallifa, de Collsuspina y río Congost).

La situación que presentan los yacimientos del nordeste catalán es diametralmente opuesta a la que hemos expuesto hasta este momento. En el nordeste, como hemos mencionado anteriormente, el sílex es una litología escasa, a menudo con pocas aptitudes para la talla, como demuestra su representatividad en los complejos industriales de los yacimientos epipaleolíticos de este ámbito geográfico documentados hasta la fecha.

Así en el yacimiento de *el Cingle Vermell (Vilanova de Sau, Osona)*, datado por C14 en 9.760± 160 BP, las materias primas utilizadas para la fabricación de útiles procedían del entorno inmediato del asentamiento, ya que se podían recoger en las partes erosionadas de la vertiente de conglomerados del abrigo, o como máximo, procedían de los aluviones de la riera Mayor y del río Ter que se encuentran aproximadamente a una hora de camino (Vila, 1985). Entre las materias primas el peso más importante

corresponde a la caliza, seguida del granito (no apto para la talla), el sílex, el cuarzo procedente del conglomerado, y en menor cuantía la lidita, el jaspe y el cristal de roca.

A pesar de esta variedad de litologías no se observa ninguna relación especial entre el grado de aprovechamiento de cada material y el esfuerzo o distancia que había de recorrerse para obtenerlo. Así pues, esta variedad de materiales muestra una búsqueda no especializada, aunque sí que se produce una búsqueda específica de soportes a retocar, ya que estos son mayoritariamente (90%) sobre sílex, hecho nada extraño si consideramos las aptitudes para la talla de los distintos materiales.

La técnica de fabricación de la industria era sencilla y ecléctica, adaptada a cada tipo de litología, normalmente se trata de talla unipolar sobre una plataforma de percusión generalmente no modificada, aunque en algunos casos aparece preparada mediante pequeñas extracciones. Las lascas resultantes son generalmente pequeñas y cortas (Vila, 1985).

Otro de los yacimientos que tomamos en consideración, situado en la misma área geográfica, es *el Roc del Migdia (Vilanova de Sau, Osona)*, que presenta un comportamiento económico similar (Paz y Vila, 1988). En este caso, las tres materias primas más significativas son el cuarzo, el sílex y la caliza, aunque también se han documentado porcentajes ínfimos de otras litologías como: cuarcita, lidita, riolita, arenisca, microgranito y esquisto.

Las distintas características de estas materias primas favorecieron por un lado, la adopción de diferentes estrategias de explotación de las mismas, y por otro lado, de uso del instrumental lítico.

En *el Roc del Migdia* el cuarzo es la materia prima más explotada, fundamentalmente el cuarzo blanco de filón, a partir de cantos rodados captables en las proximidades del asentamiento, se trata de una talla de tipo oportunista sobre plano de percusión natural, encaminada a la obtención de soportes de tipo lasca. También se ha documentado en el yacimiento la explotación del cuarzo hialino, o cristal de roca, en ocasiones excepcionales.

La explotación del sílex fue llevada a cabo a partir de pequeños nódulos o cantos rodados recogidos también de alguno de los cursos de agua cercanos al yacimiento. Por otro lado, se introdujeron en el asentamiento piezas completamente acabadas como parece demostrar la escasa entidad de los núcleos recuperados, y las pocas evidencias de trabajo tecnológico. Las piezas talladas en el yacimiento lo son sin una explotación de

tipo sistemático, hay por tanto un bajo índice de aprovechamiento de los núcleos, a pesar de lo cual, el sílex es la materia prima que más se retoca (Rodríguez y Yll, 1992). Por otro lado, el yacimiento al aire libre de *Sota Palou* (*Campdevàdol, Ripollès*), datado en 8.540 ± 180 BP y 9.060 ± 380 BP (C.R.P.S, 1985), se encuentra situado sobre los restos de la terraza cuaternaria más baja del río Freser. Las materias primas documentadas en este yacimiento fueron seleccionadas también en el entorno más inmediato, así todos los materiales se podían obtener de un radio de 100 metros. La práctica totalidad de la selección fue realizada en el río Freser, que mayoritariamente suministra cantos rodados de gneis, cuarzo y pizarra de diferentes texturas y calidades.

El cuarzo, la lidita y el sílex son las materias primas talladas más representadas, especialmente el cuarzo que supone el 60% del total de restos de industria lítica, fundamentalmente representado en las categorías tecnológicas de lascas y fragmentos. El sílex y la lidita, se presentan en forma de cantos rodados de pequeñas dimensiones. La categoría tecnológica principal, que engloba los restos de ambas litologías, son los restos de talla, contrariamente a lo que sucede con el cuarzo, son escasas las lascas y los fragmentos, hecho que es interpretado por los investigadores como orientativo de una falta de aprovechamiento intensivo de estas materias.

El sistema de explotación tecnológico demuestra que los núcleos eran intervenidos directamente, a partir de una cara plana natural, la talla multifacial, se jerarquiza en algunos casos de forma centrípeta, es una talla orientada a la obtención de lascas.

La transformación de dichas lascas en piezas retocadas muestra un predominio de los soportes de cuarzo (38%), seguido por el sílex (34%) y la lidita (25%). A pesar de esta tendencia de retoque del cuarzo, se observa una clara diferencia en los morfotipos elaborados en función de la materia del soporte, así el cuarzo se utiliza para denticulados, raederas y abruptos, mientras que el sílex y la lidita predominan de manera exclusiva en la producción de "ecaillés", buriles y raspadores, hay pues un fenómeno selectivo en la producción de instrumentos retocados, que se basa en la relación entre materia prima y posibilidades técnico-funcionales del instrumento, así el cuarzo se reserva para instrumentos de poca precisión, el sílex y la lidita para la elaboración de instrumental regularizado (CPRS, 1985).

Finalmente el caso más singular, y a nuestro entender el mejor estudiado, -ya que se llevó a cabo una exhaustiva prospección y caracterización de las muestras-, es el yacimiento al aire libre de *la Font del Ros* (*Berga, Bergadà*), datado entre 8.050 ± 150

BP y 8.250 ± 200 BP (Terradas, 1995). El yacimiento situado en la zona del *Pla de l'Alemany* se sitúa en la zona de contacto entre las Sierras Prepirenaicas y la Depresión Central Catalana. El conjunto litológico documentado en el asentamiento es muy variado, dominan las rocas silíceas en unos 43,23%, seguidas por el cuarzo (38,01%), la caliza (10,79%), y la cuarcita (5,26%). Otras litologías han sido documentadas de forma meramente residual como la pizarra, el granito, la corneana o la riolita. El aprovisionamiento fundamental llevado a cabo en este asentamiento es de tipo local, ya que el 90% de los restos procede de las zonas próximas al curso del río Llobregat (sílex del Cretácico superior y cantos de los conglomerados eocenos) que se encuentran a menos de una hora de camino, y fácilmente recuperables en los mismos aluviones del Llobregat. Los recursos silicios que se encuentran en zonas alejadas del curso de dicho río, a más de 20 Km., rocas silíceas del Cuisiense inferior y superior, están muy poco representadas, no alcanzan ni el 5% del total de restos.

El proceso de talla de los materiales líticos tuvo lugar en el mismo asentamiento, como demuestra la gran cantidad de restos corticales documentados. La explotación de los núcleos se realiza tanto a partir de planos naturales, como de configuración de planos. Las tres estrategias de talla documentadas son: la explotación de un plano de configuración mediante una transformación cónica, la configuración mediante transformaciones neutras, y la configuración mediante transformaciones centrípetas, orientadas todas ellas a la obtención de soportes de tipo lasca; sólo en un caso se ha documentado una explotación mediante una transformación cilíndrica, orientada a la obtención de soportes laminares, hecho nada raro si tenemos en cuenta la naturaleza poco apta para este tipo de talla de las materias primas explotadas por los ocupantes de *la Font del Ros*. A pesar de ello, las rocas silíceas son el soporte principal para la confección de útiles retocados, aunque no se ha observado ninguna asociación entre esta selección de rocas silíceas y tipos primarios concretos, hay un aprovechamiento más intensivo de las rocas silíceas para la formatización de soportes, pero esto no está encaminado a la obtención de formas específicas. El tipo de gestión de los recursos líticos documentado, permitió al investigador deducir una organización de las actividades de subsistencia a corto plazo, con cierto carácter oportunista y desvinculado de la explotación especializada de un único recurso lítico. Los instrumentos utilizados en estas actividades tienen un bajo coste de producción y permiten satisfacer unas necesidades inmediatas.

Las estrategias aplicadas a la gestión de las materias primas observadas en el noreste de Cataluña, no son exclusivas de la vertiente meridional de los Pirineos, ya que han sido documentadas en ocupaciones de cronología similar situadas en entornos geográficos parecidos en la vertiente septentrional de los Pirineos orientales. Todos los yacimientos analizados presentan elementos comunes, tanto en el patrón de asentamiento, como en la organización de la producción económica y técnica, caracterizada por la explotación intensiva de los recursos de los entornos inmediatos de los asentamientos, con la adaptación de las técnicas de producción del utillaje lítico, a la variabilidad y características de las fuentes de materias primas, existentes en el ámbito local.

El sistema de ocupación y explotación documentado en todo este grupo de yacimientos situados en zonas de contacto entre diversas geografías, litologías y biotopos (llano/montaña) pudo asegurar un amplio abanico de recursos a explotar. En este sentido, debemos destacar el recurso al cristal de roca, como materia prima de calidad, que constituye un elemento importante para la caracterización de la gestión de los recursos líticos durante el Epipaleolítico, en las regiones donde el sílex es un bien escaso, o de calidad mediocre, como sucede en los Alpes suizos (Pignat, 1997), franceses (Vivian, ed, 1991) e italianos (Broglio y Lunz, 1984), alcanzando su circulación los 40 kilómetros de distancia.

Sin embargo, no es menester desplazarnos tan al norte para documentar sistemas de explotación de amplio espectro de materias primas. En la vertiente septentrional de los Pirineos contamos con numerosos ejemplos, que muestran un comportamiento similar al que presenta el noreste catalán. Estas ocupaciones son:

- .- Balma de la Margineda (Guilaine y Martzluff, 1995).
- .- Abri du Roc de Dourgne (Guilaine, ed, 1993).
- .- Caune d'Arques (Sacchi, 1972).
- .- Abri du Roc d'en Bertran and Grotte des Adoutx (Barbaza, 1988).

En Roc de Dourgne (Guilaine, ed, 1993) las series líticas se caracterizan por la gran variedad de litologías recuperadas, ya que se llegó a determinar 11 tipos de rocas, en un primer momento mediante criterios macroscópicos y petrográficamente con posterioridad.

En este yacimiento el cuarzo procedente de cantos rodados es un material muy común y frecuente en la secuencia mesolítica del yacimiento. Se utiliza, fundamentalmente, en la confección de denticulados. El recurso al cuarzo como materia prima suple la ausencia de sílex. Este comportamiento es típico de los yacimientos mesolíticos de *Corbières* como *Caune d'Arques* y *Les Adoutx* (Barbaza, 1988). Sin embargo, el cuarzo presenta una evolución decreciente en el registro lítico a lo largo de la estratigrafía, y es substituido por el sílex como materia prima principal.

Por lo que respecta al sílex de *Roc de Dourge*, éste presenta orígenes y aspectos variados. La talla llevada a cabo en el yacimiento se dirige, fundamentalmente, a la obtención de lascas, siendo la percusión bipolar sobre yunque la técnica de talla mayoritariamente empleada. Las lascas constituyen el soporte principal de los morfotipos.

El origen de los sílex se sitúa en un marco regional amplio que alcanza los 90 Kms, hecho que nos muestra la existencia de relaciones constantes con la *Montagne Noire* y la costa mediterránea.

Así pues, la variedad de rocas explotadas no puede sólo vincularse a la dificultad para la obtención de sílex, ya que *Roc de Dourgne* parece ofrecernos más hipótesis explicativas sobre la formación de los registros líticos que estudiamos. Estos grupos podían gozar de una gran movilidad regional, no se trataría de pequeños grupos marginales, aislados y olvidados en el Pirineo. La diversidad de orígenes del material silíceo puede también vincularse con la llegada al abrigo de grupos de procedencias distintas. Finalmente los contactos frecuentes entre poblaciones vecinas nos podría ayudar a explicar esta riqueza y diversidad de fuentes de aprovisionamiento de sílex.

En el estado actual de nuestro conocimiento creemos que no se puede establecer una clara ruptura, al menos globalmente en el territorio que hemos analizado, en el sentido de una ruptura brusca entre las últimas fases del Pleistoceno y el inicio del Holoceno, en lo que se refiere a la explotación de los recursos de origen mineral por parte de las sociedades cazadoras-recolectoras que habitaron el ámbito geográfico catalán. Existe, a nuestro parecer, una clara tendencia al cambio respecto a fases anteriores, muy especialmente, en el caso de los yacimientos del cuadrante nororiental catalán, motivado principalmente por el marco geológico en el que se documentan las ocupaciones; mientras que en la Cataluña Meridional y de Ponente observamos unas

transformaciones de aspecto más imperceptible, en tanto en cuanto no se aprecia un cambio evidente en las materias explotadas, sino más bien en la manera de llevar a cabo su explotación (aparición de la técnica del microburil, aparición de cadenas operativas de configuración de lascas...). Desde nuestro punto de vista, los principales parámetros o elementos que pensamos nos ayudan a establecer las diferencias observadas, a lo largo del trabajo desarrollado, son tres:

- .- Entorno geológico.
- .- Cambio climático.
- .- Cambio tecnológico.

1.- El entorno geológico concreto de los asentamientos, es decir, las posibilidades naturales del medio es un elemento fundamental a tener en cuenta, como ya han evidenciado numerosos estudios en diferentes regiones geográficas, (como por ejemplo: Aubry, 1991; Di Lernia y otros, 1997), dado que el desarrollo de estrategias adaptativas fundamentadas en la explotación de los recursos naturales de un contexto geológico concreto, en el marco de una economía cazadora-recolectora de amplio espectro, como así ha sido definida la economía de los últimos grupos cazadores-recolectores holocénicos, suele implicar el recurso a fuentes de materias primas locales: sílex del Muschelkalk en *Picamoixons*; sílex del Eoceno del complejo Ulldemolins en *l'Abric del Filador* (Doce y Alcobé, 1997) y *Bauma de L'Auferí*; sílex garumniense en la *Cova del Parco*; cuarzo en *Sota Palou*, *Roc del Migdia*, *Cingle Vermell*.

El descenso significativo por lo que respecta a hallazgos de materiales que podemos definir como importaciones (p.ex. malacología marina en asentamientos del interior) nos orientan en este mismo sentido.

La presencia en la mayoría de yacimientos revisados de materias primas ajenas al entorno de las ocupaciones (jaspe en *Cova de la Guineu*, *Balma de la Griera* y *Balma del Gai* y/o riolita en *Balma del Gai* y *Roc del Migdia*), podríamos interpretarlas como o bien, restos del instrumental que transportan los grupos de un lado a otro, o bien, como ítems de prestigio conseguidos puntualmente a través del intercambio fuera del propio grupo. Ya sea por estos u otros motivos, su presencia en los conjuntos es meramente fenomenológica, situación muy diferente de la que se documenta en fases anteriores pleistocénicas, tanto en Cataluña (Soler y otros, 1990) como en otros territorios (Demars, 1982).

2.- La transformación climática documentada en la transición Pleistoceno-Holoceno, hubo de suponer necesariamente un cambio en el entorno medioambiental de las comunidades humanas. El crecimiento de una cubierta vegetal desarrollada provocó, con seguridad, una mayor dificultad en la localización de los afloramientos primarios de rocas silíceas. De hecho, este es aún hoy día uno de los principales problemas de las actividades de prospección de los arqueopetrólogos. Esta nueva situación puede en parte justificar el recurso a la obtención de las materias primas necesarias a partir de afloramientos de tipo secundario, como los depósitos fluviales, aunque la mayor facilidad de obtención de los cantos rodados de los ríos respecto a los nódulos, ya había hecho que los primeros fueran explotados de manera más habitual que los segundos.

El hecho que sí consideramos importante, respecto a este proceso de selección a partir de fuentes secundarias, es que el desarrollo general de la vegetación propició la retención de los suelos y de los materiales de derrubio de las vertientes, que de este modo, llegaban en menor cuantía a los ríos que en periodos precedentes, este factor puede pues también explicar, en parte, la ampliación del espectro de materias primas explotadas en algunos casos (zonas sin sílex) o la explotación intensiva de los sílex locales (zonas con sílex).

3.- Otro elemento a destacar es el cambio tecnológico observado en la mayor parte de los conjuntos analizados.

En las áreas con sílex se pierde progresivamente, a pesar del uso de un material de cualidad, la talla mediante la configuración de una arista guía destinada a la obtención de soportes laminares estandarizados. La explotación longitudinal de los volúmenes se realiza a menudo a partir de planos configurados de manera natural (*Bauma de l'Auferí, Abric del Filador, Picamoixons, Cova del Parco, Cova de la Guineu, Balma de la Griera*) y documentamos la explotación de los volúmenes de talla orientados a la obtención de soportes de tipo lasca (*Cova del Vidre, Cova del Parco, Balma del Gai Roc de Dourge*).

Esta explotación que podríamos denominar oportunista sobre el medio, o poco elaborada, queda claramente documentada en los conjuntos industriales pobres en sílex, donde el recurso al cuarzo, como elemento tallado fundamental de los conjuntos, nos indica esta misma tendencia (*Cingle Vermell, Sota Palou, Roc del Migdia, Font del Ros, Roc de Dourgne*).

A pesar de todo, debemos destacar que suelen ser los materiales silíceos de mayor calidad (sílex de texturas homogéneas, lítica, cristal de roca) los soportes principales para la confección de los instrumentos más elaborados (bipuntas de dorso abatido mediante la técnica del microburil, raspadores unguiformes), dado que son las cualidades intrínsecas de estos materiales, las únicas que permiten este tipo de desarrollo tecnológico, reservándose los materiales más vastos (cuarzo, cuarcita, caliza) para la confección de utillaje más polivalente, o de base, como raederas y denticulados.

El análisis de estos conjuntos industriales no puede, sin embargo, obviar las diferencias significativas, que claramente se derivan, de la funcionalidad de los diferentes asentamientos analizados, dado que las necesidades que se generan en una ocupación de finalidad exclusivamente cinegética, serán distintas de las que se producen en un campamento de tipo más estable, o polifuncional, o incluso, la estacionalidad entre campamentos, con unas mismas finalidades, puede matizar el conjunto industrial que posteriormente los prehistoriadores exhumamos.

Tenemos por delante todavía una importante labor a realizar, como ya indicábamos al inicio de este estudio, la contrastación de los datos es francamente difícil, ya que las informaciones con que contamos son aún pocas, y a menudo difíciles de contrastar dada la diversidad de escala de análisis que nos ofrecen.

BIBLIOGRAFIA .

- A.A.V.V (1965): "*Essai de nomenclature des roches sédimentaires*". *Atlas photographique*. Ed. Technip. Paris. 68p.
- A.A.V.V.(1996), *Lithothèque des matières premières siliceuses. Région Midi-Pyrénées*. Université de Toulouse. Toulouse. 149 p.
- ADSERIAS, M. et al. (1996): "*La Balma del Auferí (margalef del Montsant, Priorat): un nou assentament prehistòric ala vall del Montsant*". *Tribuna d'Arqueologia*. Dpt. de Cultura. Generalitat de Catalunya. Barcelona. pp: 40-50.
- ALBERT, R. M, MANGADO, J. y CALVO, M (1997): "*Raw material supplies, microusewear and phytolith analysis of the lithic industry in level II of Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Spain)*". En Schild, R. y Sulgostowska, Z (eds). *Man and Flint*. Varsovia. pp :161-166.
- AGUAYO, P. y MORENO, F. (1997): "El complejo arqueológico de Malaver-Lagarín y su significado en el suministro de rocas silíceas en el mediodía peninsular". En Bernabeu, J., Orozco, T. y Terradas, X. (eds): *Los recursos abióticos en la Prehistoria. Caracterización, aprovisionamiento e intercambio*. Col.lecció Oberta. Universitat de València. pp: 111-126.
- ARBÉY, F. (1980): "*Les formes de la silice et l'identification des evaporites dans les formations silicifiées*". *Bull. des Centres de Recherches Exploration Production Elf-Aquitaine*, 4,pp: 312-361.
- AUBRY, M. P. (1975): "*Recherches sur la nannopetrographie des roches siliceuses* ». *Bull. Soc. Géol. De Normandie*. T. LXII, fasc, 2.

- AUBRY, T. (1988): "*A method for the study of siliceous rocks as applied to archeology*". *Acta Mineralogica Pakistanica*, 4. University of Balochistan. Quetta Pakistan. pp: 96-101.
- AUBRY, T. (1990): "*Problèmes de convergences de faciès siliceux: Exemple de l'approvisionnement en matières premières siliceuses des gisements solutréens et badegouliens du Centre de la France*". En Séronie-Vivien, M.R y Lenoir, M: (eds). *Le silex de sa genèse à l'outil. Cahiers du Quaternaire*, 17. Bordeaux. pp: 433-442.
- AUBRY, T. (1991): *L'exploitation des ressources en matières premières lithiques dans les gisements solutréens et badegouliens du Bassin versant de la Creuse (Indre)*. Thèse de troisième cycle. Université Bordeaux I. Bordeaux. 327 p.
- AUBRY, T. (1993): "*Une géode de calcédoine façonnée provenant de la couche solutréenne 9 de l'Abri Fritsch des Roches à Poulligny- Saint-Pierre (Indre)*". *Revue Archéologique du Centre de la France*, 32, pp: 153-157.
- AUBRY, T. (1998): "*Olga Grande 4: uma sequência do Paleolítico superior no planalto entre o rio Côa e a Ribeira de Aguiar*". *Revista Portuguesa de Arqueologia*, vol 1/1, pp: 5-26.
- AUBRY, T. (2001): « *L'occupation de la basse vallée du Côa pendant le Paléolithique supérieur* ». En Actas del coloquio « *Les premiers hommes modernes de la Péninsule Ibérique* ». Vila Nova de Foz Côa. *Trabalhos de Arqueologia*, 17, pp : 253-273. IPPAR. Lisboa.
- AUBRY, T.; MANGADO, J.; FULLOLA, J. M.; ROSELL, L.; SAMPAIO, J. D. (-e.p 1-): "*Raw material procurement in the Upper Palaeolithic settlements of the Côa valley (Portugal); new data concerning modes of resource exploitation in Iberia.*". *E.A.A. 6th Annual Meeting*, Lisboa. (septiembre del 2000). En prensa en *B.A.R International Series*.

- AUBRY, T.; MANGADO, J.; SELLAMI, F.; SAMPAIO, J. D. (-e.p 2-): "*Open-air Rock-art. Territoires and modes of exploitation during the Upper Palaeolithic in the Côa valley (Portugal)*". En prensa en *Antiquity*.
- AUBRY, T.; CHAUVIÈRE, F. X.; MANGADO, J.; SAMPAIO, J. D (-e.p 3-): «*Constitution, territoires d'approvisionnement et fonction des sites du paléolithique supérieur de la basse vallée du Côa (Portugal)* ». Coloquio Internacional "UISPP". Lieja (septiembre 2001).
- AURA, E. y PEREZ, M. (1992): "Tardiglaciario y Postglaciario en la región mediterránea de la Península Ibérica (13.500-8.500 BP): Transformaciones industriales y económicas". *Saguntum*, 25. València. pp: 25-47.
- AZAMBRE, B., CROUZEL, F., DEBROAS, E., SOULE, J.C. y TERNET, Y. (1989): *Notice explicative, carte Géologique de la France (1:50000), feuille Bagnères-de-Bigorre*. Orléans. Bureau des Recherches Géologiques et Minières. 38p.
- BAHN, P. (1977): "Seasonal migration in south-west France during the late Glacial period". *Journal of Archaeological Science* 4. pp: 245-257.
- BARBAZA, M., GUILAINE, J., LLONGUERAS, M., y THOMMEREL (1979-1980): «*Noves dates de C14 a Catalunya. Balma del Gai (Moià, Barcelona)* ». *Ampurias*, 41-42. pp : 345-347.
- BARBAZA, M. (1984): «*L'Épipaléolithique Méditerranéen Espagnol. Thème, concepts et problèmes* ». *Travaux de l'Institut d'Art Préhistorique*, XXVI. Toulouse. pp : 3-12.

- BARBAZA, M. (1988): « *La grotte des Adoux à Caudiès-de-Fenouillèdes (Pyrénées Orientales) et le Mésolithique des Corbières* ». *Gallia Préhistoire*, 30. pp : 187-204.
- BARTROLÍ, R. (1993): "L'Abric del Filador (Margalef del Montsant, Tarragona) : estudi d'un remuntatge lític al nivell 7". *Bull. de la Soc. Arq. Tarraconense*. época V, núm. 14. pp: 5-15.
- BERGADÀ, Ma. M. (1989): *Aproximació a l'estudi sedimentològic-paleoclimàtic d'un assentament prehistòric: La Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera)*. Tesis de licenciatura inédita. Fac. de G^a e H^a. Universidad de Barcelona. Barcelona. 287p.
- BERGADÀ, Ma M. (1992): "Aproximació a l'estudi sedimentològic-paleoclimàtic d'un assentament prehistòric: la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera)". *Cypsela*, 9. Girona. pp: 33-48.
- BERGADÀ, Ma. M., FULLOLA, J. M., SERRAT, D., MONTSERRAT, J. y VILAPLANA, J. M. (1992): "Aproximación a la evolución paleoecológica del periodo Tardiglaciario y Postglaciario del Pirineo Central (Ribagorza, Noguera)". *Cuaternario y Geomorfología* , 6. Ed. Geoforma. Logroño. pp: 49-59.
- BERGADÀ, Ma. M. (1996): *Contribució a l'estudi geoarqueològic dels assentaments del Pleistocè Superior i de l'Holocè a Catalunya*. Tesis doctoral inédita. Fac. G^a e H^a. Universitat de Barcelona.
- BERGADÀ, Ma. M. (1998): Estudio geoarqueológico de los asentamientos prehistóricos del Pleistoceno Superior y el Holoceno inicial en Cataluña. *British Archaeological Reports. International Series*, 742. Oxford. 268p.
- BERGADÀ, Ma. M., BURJACHS, F., y FULLOLA, J. M. (1999): "Evolution paléoenvironnementale du 14.500 à 10.000 BP dans les Pré-Pyrénées catalans : la

- grotte du Parco (Alòs de Balaguer, Lleida, Espagne) ». L'Anthropologie, 103/2. Paris. pp: 249-264.*
- BERTRÁN, J. y TARRAGÓ, M. (1996): "Síntesi estratigràfica del Vallès Oriental". Lauro, 11. Granollers. pp: 56-78.
- BLATT, H., MIDDLETON y MURRAY, R. (1972): *Origin of Sedimentary Rocks*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- BLETT, M. (1999): *L'apport de l'ablation laser couplée à ICP-MS à la caractérisation des archéomatériaux siliceux*. Thèse de Doctorat de l'Université d'Orléans, 217p.
- BLOSS, F. D. (1985): *Introducción a los métodos de Cristalografía óptica*. Editorial Omega. Barcelona. 320p.
- BINFORD, L. R. (1988): *En busca del Pasado*. Ed. Crítica. Barcelona. 273 p.
- BOSCH, J. (1996): "La indústria lítica dels nivells de l'Holocè Antic de la Cova del Vidre". *Informatiu del Museu del Montsià*, 40. Amposta. pp: 3-5.
- BRASIER, M. D. (1980): *Microfossils*. George Allen & Unwin. London. 193 p.
- BROGLIO, A. y LUNZ, R. (1983): "Osservazioni preliminari sull'utilizzazione del cristallo di rocca nelle industrie mesolitiche del Bacino dell'Adige". *Preistoria Alpina*, 19.Trento. pp: 201-208.
- BROOKS, I. (1988): "Debugging the system: The characterisation of flint by micropalaeontology". En Brooks, I. y Phillips, P. (eds). *Breaking the stony silence*. *British Archaeological Reports. British Series*, 213. Oxford. pp. 53-71.

- BROOKS, I. (1989): *The Viability of micropalaeontology to the sourcing of flint*. Ph. D. Dissertation. Dpt. of Archaeology and Prehistory. University of Sheffield.
- BROOKS, I. y DORNING, K. J. (1997): "The assessment of temperature in deliberately heat treated flints and cherts". En Schild, R. Y Sulgostowska, Z (eds). *Man & Flint*. Varsovia. pp. 185-188.
- BUSTILLO, M. A. (1976): "Texturas de las rocas silíceas inorgánicas en ambiente continental y significado genético". *Estudios Geológicos*, 32. Madrid. pp: 371-383.
- BUSTILLO, M. A. (1976b): "Estudio petrológico de las rocas silíceas miocenas de la cuenca del Tajo". *Estudios Geológicos*, 32. Madrid. pp. 451-497.
- BUSTILLO, M. A. (1980): "Diagénesis de sílex". *Revista del Instituto de Investigaciones Geológicas.*, 34. Diputación Provincial y Universidad de Barcelona. Barcelona. pp: 237-248.
- BUSTILLO, M. A. (1983): "Minerales de la sílice en ambiente sedimentario: Estudio y aplicaciones". *Industria minera*, 230. Madrid. pp: 27-33.
- BUSTILLO, M. A. y LA IGLESIA, A. (1979). "Sílex: Relación entre índices de cristalinidad y ambientes de sustitución". *Boletín Geológico y Minero*. Tom. XC-VI. pp: 588-594.
- BUSTILLO, M. A. y SORIANO, R. (1980): "Texturas primarias y diagenéticas en los ópalos miocenos de la cuenca del Tajo". *Estudios Geológicos*, 36. Madrid. pp: 349-360.
- BUSTILLO, M. A. (1992): "Rocas y minerales silíceos de uso industrial en España: producción y sectorización". En García Guinea, J. y Martínez Frías, J. (eds). *Recursos minerales de España*. CSIC. Madrid. pp: 1153-1167.

- CACHO, C. (1990): "Un premier essai d'étude des matières premières du Tossal de la Roca (Alicante, Espagne) ». En Séronie-Vivien, M. R. Y Lenoir, M. (eds). *Le silex de sa genèse à l'outil. Cahiers du Quaternaire*, 17. Bordeaux. pp : 4467-470.
- CALVERT, S. E. (1974): "Deposition and diagenesis of silica in marine sediments". En Hsü, K. J. y Jenkyns, H. C. (eds). *Pelagic sediments: On Land and under the Sea. Spec. Publ. Assoc. Sediment.* 1: 273-299.
- CALVET, F. y RAMON, X. (1987): "Estratigrafía, sedimentología y diagénesis del Muschelkalk Inferior de los Catalanides". Cuadernos de Geología Ibérica, 11. Madrid. pp: 141-169.
- CALVO, M. (1996): Estudio funcional de la industria lítica del nivel II de la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida). Tesis de licenciatura inédita. Fac. de G^a e H^a. Universidad de Barcelona.
- CALVO, M. (1997): "Análisis funcional y actividades documentadas en el nivel II de la Cueva del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera). *Pyrenae*, 28. pp: 9-23.
- CALVO, M. (2001): Análisis funcional de la Cueva del Parco: Una aproximación a través de los análisis funcionales de la industria lítica y los sistemas de información geográfica (SIG). Tesis doctoral inédita. 4 vols. Universidad de Barcelona.
- CARBONELL, E et al. (1988): "El centre d'intervenció de Picamoixons". *Bull. de la Soc. Arq. Tarraconense*, época V. núm. 8-9. Tarragona. pp: 3-14.
- CARRION, F., ALONSO, J. M., CASTILLA, J., CEPRIAN, B., y MARTINEZ, J. L. (1998): "Métodos para la identificación y caracterización de las Fuentes de Materias Primas Líticas Prehistóricas". En Bernabeu, J., Orozco, T. y Terradas, X. (eds): Los recursos

abiòtics en la Prehistòria. Caracterització, aprovisionament e intercanvi. Col·lecció Oberta. Universitat de València. pp: 29-38.

CASAS, J. (2000) : « Anàlisi de primeres matèries del Neolític Mig de Catalunya : el sílex melat ». Trabajo de investigación inédito. Universidad de Barcelona. 142p.

CAYEUX, L (1929): *Les Roches Sedimentaires de France. Roches siliceuses. Memoires Carte Géologique France. 588 p.*

CLARK, G. (1975): *The earlier stone age settlement of Scandinavia.* Cambridge University Press. Cambridge. 282p.

CONSIGNY, S. y WALTER, Ph. (1997): "*Flint origin and ion beam analysis archaeological results in the Paris Basin, France*". En Schild, R. y Sulgostowska, Z (eds). *Man and Flint.* Varsovia. pp: 337-342.

C.R.P.S (1985): *Sota Palou. Un centre d'intervenció prehistòric post-glacial a l'aire lliure.* Diputació de Girona. *Estudis Arqueològics, 5.*

CHINCHÓN, J. (1987): "*Estudi mitjançant microscòpia de llum trasmesa dels elements lítics prehistòrics, en relació a llur àrea font*". CSIC. Barcelona. pp: 11-17.

DAVIES, Th. y SUPKO, P. (1972): "*Oceanic sediments and their diagenesis: Some examples from Deep-Sea Drilling*". *Silica in Sediments: Nodular and Bedded Chert.* Society of Economic Paleontologist and Mineralogists, 8. pp:78-87.

DEFLANDRE, G. (1935): "*Sur les microfossiles d'origine planctonique conservés à l'état de matière organique dans les silex de la craie*". *Comptes Rendues Academie de Sciences,* 199. Paris. pp: 797-799.

- DEFLANRE, G. (1936): "*Les flagellés fossiles. Aperçu biologique et paléontologique. Rôle géologique*". *Act. Sc. et Industr. Paris*, pp:335.
- DEFLANDRE, G. (1966): "*Étude micropaléontologique des silex du site de Pincevent*". En Leroi-Gourhan, A. y Brezillon, M. (eds): *L'habitation magdalénienne n°1 de Pincevent. Gallia-Préhistoire*, 9, Paris. pp:381-382.
- DELPECH, F. (1983): *Les faunes du Paléolithique supérieur dans le sud-ouest de la France. Cahiers du Quaternaire*, 6. Bordeaux.
- DEMARS, P. Y. (1981): "*Matières premières allochtones et réseau spatial paléoesquimau en Ungava Occidental, Arctique Québécois*". *Geographie phisique et Quaternaire*, XXXV (1), pp: 5-17.
- DEMARS, P. Y. (1982): *L'utilisation du silex au Paléolithique Supérieur: Choix, Approvisionnement, Circulation. L'exemple du Bassin de Brive. Cahiers du Quaternaire*, 5. C.N.R.S. Paris, 253 p.
- DEMARS, P. Y. (1989): "*Les stratégies dans la recherche de matière première en Périgord au Paléolithique: Contrainte du Milieu ou choix culturel? Un état du problème*". En Laville, H. (ed) : *Variations des paleomilieus et peuplement préhistorique. Cahiers du Quaternaire*, 13. Bordeaux. pp: 169-178.
- DEMARS, P. Y. (1990): "*L'économie du silex a Laugerie-Haute (Dordogne)*". En Séronie-Vivien, M. R. y Lenoir, M. (eds): *Le silex de sa gènese à l'outil. Cahiers du Quaternaire*, 17. Bordeaux. pp: 373-383.
- DEMARS, P. Y. (1994): *L'économie du silex au Paléolithique supérieur dans le Nord de l'Aquitaine*. These pour obtenir le grade de docteur d'état. 2 vols. Inédita. Université de Bordeaux I. Bordeaux. N° enregistrement 988.

- DI LERNIA, S., CREMASCHI, M. y NOTARPRIETO, A. (1997): "*Procurement, exploitation and circulation of raw material: analysis of the Early and Middle Holocene lithic complexes from the Fezzan, Southern Lybia*". En Schild, R. y Sulgostowska, Z (eds). *Man and Flint*. Varsovia. pp: 233-242.
- DOCE, R (1988): La determinación de la procedencia de las materias primas silíceas. Un caso práctico: el estrato 4 del Filador. Tesis de Licenciatura inédita. Universidad de Barcelona. 219p.
- DOCE, R. y ALCOBÉ, X. (1997): "*Crystallinity index of some cherts from the Ulldemolins complex and the Montblanc Formation (Tarragona, Spain)*". En Ramos, A. y Bustillo, M. A. (eds). *Siliceous Rocks and Culture*. Monográfica Arte y Arqueología. Universidad de Granada. pp: 111-116.
- EQUIP GUINEU (1995): "*Elaboració de una cronoestratigrafia per a la prehistòria del Penedès*". *Tribuna d'Arqueologia* 1993-1994. Dpt de Cultura. Generalitat de Catalunya. Barcelona. pp: 7-24.
- ESTRADA, A., GARCIA-ARGÜELLES, P., NADAL, J., y ARNAU, C. (1991): "*Noves aportacions a l'estudi de la Balma del Gai (Moià)*". *Modilianum*, 2. Moià. pp: 3-14.
- EVITT, W.R. (1985): *Sporopollenin dinoflagellate cysts. Their morphology and interpretation*. American Association of Stratigraphic palynologists Foundation. Dallas, 333p.
- FABIÁN, J. F. (1986): "La industria lítica del yacimiento de "La Dehesa" en el Tejado de Béjar (Salamanca). Una industria de tipología magdaleniense en la Meseta". *Numantia*. Investigaciones Arqueológicas en Castilla y León, II. Salamanca. pp: 101-104.
- FABIÁN, J. F. (1997): "La difícil definición del Paleolítico Superior en la Meseta. El yacimiento de la Dehesa (Salamanca) como exponente de la etapa Magdaleniense Final".

En 2º Congreso de Arqueología Peninsular. Paleolítico y Epipaleolítico, vol I. Fundación Rei Afonso Henriques, Zamora. pp. 219-237.

FÉBLOT-AUGUSTINS, J. (1997): *La circulation des matières premières au Paléolithique. ERAUL*, 75. 2 vols. Liège. 275p.

FLÖRKE, O. W., JONES, J. B. y SCHMINCKE, H. U. (1976): "A new microcrystalline silica from Gran Canaria". *Zeitschrift für Kristallographie*, B.d. 143. pp: 156-165.

FLÖRKE, O. W., KÖHLER-HERBERTZ, B.; LANGER, K. y TÖNGES, I.(1982) : « Water in microcrystalline quartz of volcanic origin: agates ». *Contrib. Mineral. Petrol.*, 80. pp : 324-333.

FLÖRKE, W. O., FLÖRKE, U. y GIESE, U. (1994): "Moganite. A new microcrystalline Silica- Mineral". *Neues Jahrbuch Miner. Abh.* 149/3. pp : 325-336.

FLOSS, H (1990): "Les matières premières utilisées au Magdalénien et Paléolithique Final en Rhénanie (Bassin de Neuwied), R.F.A. Provenances et modes d'approvisionnement". En Séronie-Vivien, M. R. y Lenoir, M. (eds): *Le silex de sa gènesse à l'outil. Cahiers du Quaternaire*, 17. Bordeaux. pp: 341-347.

FORT, R., BUSTILLO, M. A., y BUSTILLO, M. (1997): "Specific Surface Area and Mesoporosity in Different Silica Phases". En Ramos, A. y Bustillo, M. A. (eds). *Siliceous Rocks and Culture*. Monográfica Arte y Arqueología. Universidad de Granada. pp:101-110.

FORTEA, F. J. (1973): Los complejos microlaminares y geométricos del Epipaleolítico del Mediterráneo Español. Memoria del Seminario de Prehistoria y Arqueología, 4. Universidad de Salamanca. 550p.

- FOUÉRÉ, P (1990): "*Densités et caractérisation des silex -premiers résultats*". En Séronie-Vivien, M. R. y Lenoir, M. (eds): *Le silex de sa genèse à l'outil. Cahiers du Quaternaire*, 17. Bordeaux. pp: 171-179.
- FULLOLA, J. M., GALLART, J., PEÑA, J. L. y GARCIA-ARGÜELLES (1985): "El yacimiento paleolítico de la Balma de la Peixera d'Alfès (Segrià, Lleida): noticia de la primera campaña de excavación de abril de 1984". Actas de los Primeros encuentros de Prehistoria Aragonesa. Caspe-Alcañiz. *Bajo Aragón Prehistoria*, 5. Zaragoza. pp. 159-168.
- FULLOLA, J. M. y GARCIA-ARGÜELLES, P. (1987): "*El Paleolític superior del Sud de Catalunya*". *Cypsela*, VI. Girona. pp: 237-241.
- FULLOLA, J. M., BERGADÀ, Ma. M. (1990): *Memòria d'excavació de les campanyes 1987-89 a la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida)*. Barcelona. 136p.
- FULLOLA, J. M., BERGADÀ, Ma. M y BARTROLÍ, R. (1992): *La Cova del Parco (Alòs de Balaguer, Lleida): Memòria d'excavació de les campanyes de 1990 i 1991*. Barcelona. 134p.
- FULLOLA, J. M., GARCIA-ARGÜELLES, P., SERRAT, D. y BERGADÀ, Ma. M. (1995): "*El Paleolític i l'Epipaleolític al vessant meridional dels Pirineus catalans. Vint anys de recerca a la franja pirinenca sud; interrelacions amb les àrees circumdants*". En: *Cultures i Medi, de la Prehistòria a l'Edat Mitjana*. Actas del Xº Coloqui Internacional de Arqueologia de Puigcerdà. Ed. I.E.Ceretans. Puigcerda. pp: 159-176.
- FULLOLA, J. M. y GARCIA-ARGÜELLES, P. (1996): « *La formation des complexes mésolithiques de la Péninsule Ibérique* ». En *Actes du XIII ème Congrès de l'UISPP*. Vol. 7. *The Mesolithic*. Forlì. ABACO ed. pp: 9-15.

FULLOLA, J. M., BARTROLÍ, R., BERGADÀ, Ma. M., BURJACHS, F., MENESES, M. D. y NADAL, J. (1997): “*Le magdalénien ancien en Catalogne: approche à l'étude des couches inférieures de la grotte du Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida)* ». En Fullola, J. M. y Soler, N. (eds): *El món mediterrani després del Pleniglacial*. Serie monogràfica, 17. Girona. pp: 303-319.

FULLOLA, J. M., BARTROLÍ, R., CEBRIÀ, A., BERGADÀ, Ma. M., NADAL, J., y ESTRADA, A. (1997): “ El Epipaleolítico de la Balma de la Griera (Calafell, Baix Penedès, Tarragona) en el contexto del NE peninsular”. En 2º Congreso de Arqueología Peninsular. Paleolítico y Epipaleolítico, vol I. Fundación Rei Afonso Henriques, Zamora. pp. 327-347.

FULLOLA, J. M., PETIT, M. A., BERGADÀ, Ma. M. y BARTROLÍ, R. (1998): « *Occupation épipaléolithique de la grotte du Parco (Alòs de Balaguer, Catalogne, Espagne)* ». En *Actes du XIII ème Congrès de l'UISPP*, vol.2, Forlì. ABACO ed. pp: 535-542.

FULLOLA, J. M y MANGADO, J. (1999): Informe de la campaña 1999 en el yacimiento al aire libre de Cardina I-Salto do Boi (Santa Comba, Vila Nova de Foz Côa, Portugal. Informe inédito. SERP- Universidad de Barcelona. 57p.

FULLOLA, J. M y MANGADO, J. (2000): Informe de la campaña 2000 en el yacimiento al aire libre de Cardina I-Salto do Boi (Santa Comba, Vila Nova de Foz Côa, Portugal. Informe inédito. SERP- Universidad de Barcelona. 53p.

FULLOLA, J. M y MANGADO, J. (2001): Informe de la campaña 2001 en el yacimiento al aire libre de Cardina I-Salto do Boi (Santa Comba, Vila Nova de Foz Côa, Portugal. Informe inédito. SERP- Universidad de Barcelona. 60p.

- FULLOLA, J. M., PETIT, M. A., MANGADO, J., BARTROLÍ, R., ALBERT, R. M. y NADAL, J. (e.p): “*Occupation épipaléolithique microlamellaire de la Grotte du Parco (Alòs de balaguer, Catalogne, Espagne* ». En *British Archaeological Reports. International Series. Actes du XIV Congrès International de l’UISPP. Liège*.
- GAMBLE, C. (1986): “*The mesolithic sandwich: ecological approaches and the archaeological record of the early postglacial*”. Zvelebil, M. (ed): *Hunters in transition. Mesolithic societies of temperate Eurasia and their transition to farming*. Col. *New Directions in Archaeology*. Cambridge University Press. pp: 33-42.
- GAMBLE, C. (1990): *El poblamiento paleolítico de Europa*. Ed. Crítica. Barcelona. 519p
- GARCIA-ARGÜELLES, P (1988): *Las industrias epipaleolíticas del sur de Cataluña. Antecedentes, desarrollo y evolución hacia nuevas formas neolíticas*. Tesis doctoral microfichada, 625. Publicaciones de la Universidad de Barcelona (1990). 700p.
- GARCIA-ARGÜELLES, P. y FULLOLA, J. M. (1987-1988): “*El Paleolítico Superior Final en las comarcas meridionales y occidentales de Cataluña*”. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses*. Dip. Prov. de Castellón. Servicio de Arqueología.
- GARCIA-ARGÜELLES, P., ADSERIAS, M., BARTROLÍ, R., BERGADÀ, MA. M., CEBRIÀ, A., DOCE, R., FULLOLA, J. M., NADAL, J., RIBÉ, G., RODÓN, T., y VIÑAS, R. (1992): “*Síntesis de los primeros resultados del programa sobre Epipaleolítico de la Cataluña central y meridional*”. En *Aragón-Litoral mediterráneo. Intercambios culturales durante la Prehistoria*. Ed. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. pp: 269-284.
- GARCIA-ARGÜELLES, P., NADAL, J. y ESTRADA, A. (1997): *Memòria de les excavacions portades a terme a la Balma del Gai (Moià, Bages)*. *Campanyes 1994, 1995, 1996*. Memoria Inédita. SERP. Universidad de Barcelona. 118p.

GARCIA-ARGÜELLES, P., NADAL, J. y FULLOLA, J. M. (1999): "*L'Épipaléolithique en Catalogne: Données culturelles et paléoenvironnementales*". Thévenin, A. (ed): *L'Europe des derniers chasseurs*. CTHS. pp : 79-85.

GARCIA-ARGÜELLES, P., NADAL, J., ESTRADA, A., y MANGADO, J. (2000): "Memòria de les excavacions portades a terme a la Balma del Gai (Moià, Bages)". *Campanyes 1997, 1998, 1999*. Memoria Inédita. SERP. Universidad de Barcelona. 256p.

GARCIA DIEZ, M., ROSSELL, J., VALLVERDÚ, J. y VERGES, J. M. (1997): "La plaqueta pintada del yacimiento epipaleolítico de Picamoixons (Alt Camp, Tarragona): aproximación al estudio de la cadena operativa". *Pyrenae*, 28. Barcelona. pp: 25-40.

GENESTE, J.M (1991): "*L'approvisionnement en matières premières dans les systèmes de production lithique: La dimension spatiale de la technologie*". En MORA, R., TERRADAS, X., PARPAL, A. y PLANA, C. (eds): *Tecnología y cadenas operativas líticas*. *Treballs d'Arqueologia*, 1. Bellaterra. pp:1-36.

GRAETSCH, H. (1994): "*Structural characteristics of opaline and microcrystalline silica minerals*". *Reviews in Mineralogy*, 29. pp: 209-232.

GREENWOOD, R. (1973): "*Cristobalite: its relationship to chert formation in selected samples from the Deep Sea Drilling Project*". *Silica in sediments: Nodular and bedded chert*. *Society of Economic Paleontologist and Mineralogists*, 8. pp:120-127.

GREGOIRE, S. (2000): *Origine des matières premières des industries lithiques du Paléolithique pyrénéen et méditerranéen. Contribution à la connaissance des aires de circulations humaines*. These doctorale inédite. Université de Perpignan. 2 vols. 246p.

- GUILAINE, J., BARBAZA, M., GEDDES, D., VERNET, J. L., LLONGUERAS, M. y HOPF, M. (1982) : « *Prehistoric Human adaptations in Catalonia (Spain)* ». *Journal of Field Archaeology*, 9. pp: 407-416.
- GUILAINE, J. (-ed-, 1993): *Dourgne: derniers chasseurs-collecteurs et premiers éleveurs de la haute-Vallée de l'Aude*. Centre d'Anthropologie des Sociétés Rurales. Toulouse. 257p.
- GUILAINE, J. y MARTZLUFF, M. (eds, 1995) : *Les excavacions a la Balma de la Margineda 1979-1991*. Edicions del Govern d'Andorra (vol. II).
- HEANY, P. J., y POST, J. E. (1992): "The widespread distribution of a novel silica polymorph in microcrystalline quartz varieties". *Science*. vol. 255. pp: 441-443.
- HEANY, P. J. (1995): "Moganite as an indicator for vanished evaporites: A testament reborn?". *Journal of Sedimentary Research*. vol. A65/4. pp: 633-638.
- HEAT, G. R. y MOBERLY, R. J. (1971): "Cherts from the western Pacific, Deep Sea Drilling Project Leg 7". En *Initial reports of the DSDP*, vol. 7. Washington. pp: 991-1007.
- HERNÁNDEZ-GASCH, J., MANGADO, J., ÁLVAREZ, R., FULLOLA, J. M. y CALVO, M. (2000): "Los talleres líticos en superficie de Son Real (Sta. Margalida, Mallorca): Estudio, Definición y Caracterización". En Guerrero, V. y Gornés, S. (eds). *Colonització Humana en ambients insulars. Interacció amb el medi i adaptació cultural*. Universitat Illes Balears. pp: 351-370.
- HERZ, N. y GARRISON, E. G (1998). *Geological methods for archaeology*. Oxford University Press. New York. 343p.
- HILLS, L.V. (en internet): *Palynology at the University of Calgary*. Dpt. of Geology and Geophysics.

- I. E. C. (1997). *Diccionari de Geologia*. Enciclopedia Catalana. Barcelona.1407p.
- I.G.M.E (1934): Hoja nº 359. Balaguer. Mapa Geológico de España 1:50.000. Madrid. Instituto Geológico y Minero.
- I.G.M.E (1952): Hoja nº 447. Villanueva y Geltrú. Mapa Geológico de España 1:50.000. Madrid. Instituto Geológico y Minero.
- I.G.M.E (1956): Hoja nº 328. Artesa de Segre. Mapa Geológico de España 1:50000. Madrid. Instituto Geológico y Minero.
- I.G.M.E (1958): Hoja nº 327. Os de Balaguer. Mapa Geológico de España 1:50.000. Madrid. Instituto Geológico y Minero.
- I.G.M.E (1971): Hoja nº 33. Lérida. Mapa Geológico de España. 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Madrid. Instituto Geológico y Minero.
- I.G.M.E (1976): Hoja nº 363. Manresa. Mapa Geológico de España. 1:50.000. Madrid. Instituto Geológico y Minero.
- I.G.M.E (1980): Hoja nº 34. Hospitalet. Mapa Geológico de España. 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Madrid. Instituto Geológico y Minero.
- I.G.M.E (1985): Hoja nº 364. La Garriga. Mapa Geológico de España. 1:50.000. Madrid. Instituto Geológico y Minero.
- I.G.M.E (1996): Hoja nº 363. Manresa. Mapa Geológico de España. 1:50.000. Madrid. Instituto Geológico y Minero.

- JONES, J. B. y SEGNET, E. R. (1971): "*The nature of opal*". *Journal of Geological Society*. Australia, 18. pp: 57-68.
- LABOR (1968): Enciclopedia Labor. Vol. 1. "El Universo y la Tierra".
- LORENCIO, C. (1987): "*El jaciment paleolític a l'aire lliure de Can Garriga (Bigues, vallès Oriental)*". *Cypsela*, VI. Girona. Pp: 215-219.
- LUEDTKE, B. E. (1978): "*Chert sources and trace-elements analysis*". *American Antiquity* 43/3. pp: 413-423.
- LUEDTKE, B. E. (1979): "*The identification of sources of chert artifacts*". *American Antiquity* 44/4. pp: 744-757.
- LUEDTKE, B. E. (1992): *An archaeologist's Guide to Chert and Flint. Archaeological Research Tools 7*. Institute of Archaeology, University of California. Los Angeles, 156p.
- LLONGUERAS, M. y GUILAINE, J. (1982): « *Balma del Gai, Moià* ». En A.A. V.V. *Les excavacions arqueològiques a Catalunya en els darrers anys*. Dpt. de Cultura de la Generalitat de Catalunya. Barcelona. pp: 57-58.
- MALISSEN, B. (1977): "*Elaboration d'une fiche de recensement des gites potentiels de matières premières siliceuses*". *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 74 (7). Paris. pp: 203-205.
- MALUQUER DE MOTES, J. (1983-1984): "*Un jaciment paleolític a la comarca de la Noguera*". *Pyrenae*, 19-20. Barcelona. pp: 215-233.
- MANGADO, J. (1997): *Estudi arqueopetrogràfic del nivell II de la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera Lleida)*. Tesis de Licenciatura inédita. Universidad de Barcelona. 141p.

- MANGADO, J. (1998): "La arqueopetrología del sílex. Estudio de caracterización de materiales silíceos. Un caso práctico, el nivel II de la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera)". *Pyrenae*, 29. Barcelona. pp: 47-68.
- MANGADO, J. (1998b): "El nivel II de la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida). Caracterización petrográfica de los materiales silíceos y sus implicaciones arqueológicas". *Rubricatum*, 2. Gavà. pp : 115.121.
- MANGADO, J. (e.p). "El aprovisionamiento de recursos minerales durante el Paleolítico y el Neolítico de Europa". Ponencia en *Ier Simposi sobre la mineria i la metal.lurgia antiga al sudest europeu* (Seròs, Lleida).
- MANGADO, J., FULLOLA, J. M. y ROSELL, L. (1999): "Caracterización petrográfica de materiales silíceos. Un caso de estudio: nivel II de Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Lleida)". *Caesaraugusta*, 73. Zaragoza. pp: 301-307.
- MANGADO, J. y BARTROLÍ, R. (2000): "Caracterización de las áreas de captación de materias primas durante el Epipaleolítico en el N. E. de la Península Ibérica: Estado de la cuestión. *Projet Collectif de Recherche (PCR): Comportements techniques et économiques des sociétés du Paléolithique supérieur dans le contexte pyrénéen.* Toulouse.
- MANGADO, J. y NADAL, J. (2001): "Àrees de captació de primeres matèries lítiques durant la Prehistòria del Moianès: Com utilitzaven els nostres avantpassats el territori ». *Modilianum*, 24. Moià. pp. 41-52.
- MANGADO, J., BARTROLÍ, R., CALVO, M., NADAL, J., FULLOLA, J. M. y PETIT, M. A. (e.p.1): "Evolució dels sistemes de captació de recursos en les fases de transició del magdalenian superior final a l'Epipaleolític a la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Pre-pirineu de Lleida)". Actas del III Congreso Internacional de Historia de los Pirineos (UNED).

- MANGADO, J., BARTROLÍ, R., CALVO, M., FULLOLA, J. M. y PETIT, M. A. (e.p.2):
 “*Les industries lithiques de la fin du Paléolithique de la Grotte du Parco (Alòs de Balaguer, Catalogne, Espagne)* ». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*. Paris.
- MASSON, A. (1979): “*Recherches sur la provenance des silex préhistoriques. Méthode d'étude*”. *Études Préhistoriques*, 15. pp 29-40.
- MASSON, A. (1981): *Pétroarchéologie des roches siliceuses. Intéret en Préhistoire*. Tesis Doctoral inédita. Universitat Claude Bernard-Lyon I. Lyon. 101p.
- MASSON, A (1987): “*Pétrographie. a- Roches siliceuses*”. En Miskovsky J.C.(ed): *Géologie de la Préhistoire*. Editorial GéoPré. Paris.
- MAUGER, M. (1983): “*L'apport des microorganismes dans la datation et la détermination des matériaux siliceux*”. *Bulletin Société Préhistorique Française*, 80. Paris. pp: 228-229.
- MAUGER, M (1994): “*L'approvisionnement en matériaux siliceux au Paléolithique supérieur*”. En Taborin. Y (ed): *Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien. Documents d'Archéologie Française*, 43. Paris. pp: 78-92.
- Mc DONNELL, R. D., KARS, H. y JANSEN, B. (1997) : «*Petrography and Geochemistry of flint from six neolithic sources in Southern Limburg (The Netherlands) and Northern Belgium* ». En Ramos, A. y Bustillo, M. A. (eds). *Siliceous Rocks and Culture*. Monográfica Arte y Arqueología. Universidad de Granada. pp: 371-384.
- MENARGUES, J. (1992): “*Oferta de materias líticas en el subbético valenciano*”. En JORDA, J. F. (ed): *Actas de la 2ª Reunión Nacional de Geoarqueología*. Madrid. pp: 301-303.
- MEYER, R. (1984). “*Fixation de la silice dans les environnements continentaux* ». *Bull Centres Rech. Explor. Prod. Elf- Aquitaine*, 8/1. Pau. Pp : 195-207.

- MILLIKEN, S. (-ed-1998): *The organization of lithic technology in Late Glacial and Early Postglacial Europe. British Archaeological Reports. International Series, 700.* 182p.
- MORALA, A. (1990): " *L'atelier perigordien superieur de Rabier (Lanquais, Dordogne). Recherches sur l'origine des occupants du site sur les bases de la lithologie* ". En Séronie-Vivien, M. R. y Lenoir, M. (eds): *Le silex de sa gènese à l'outil. Cahiers du Quaternaire, 17.* Bordeaux. pp: 391-404.
- MORANT, N. (1998): *Estudi de les matèries primeres lítiques del nivell I del jaciment de l'Abric Romani (Capellades, Barcelona).* Tesis de licenciatura inédita. URV. Tarragona. 240p.
- MULLER, L. D (1967): " *Density Determination* ". En ZUSSMAN (ed): *Physical methods in determinative mineralogie.* Academic Press, London. pp: 459-466.
- NADAL, J., ESTRADA, A. y GARCIA-ARGÜELLES, P. (1993): " *Els elements d'ornament sobre malacologia dels nivells geomètrics del jaciment d'El Filador (Margalef de Montsant, Priorat)* ". *Gala, 2.* Sant Feliu de Codines. pp: 1-10.
- NADAL, J. (1998): *Les faunes del Plistocè final- Holocè a la Catalunya Meridional i de Ponent. Interpretacions tafonòmiques i paleoculturals.* Tesis doctoral inédita. Universidad de Barcelona.
- O'NEIL, J.R y HAY, R.L (1973): " *$^{18}O/^{16}O$ ratios in chert associated with the saline lake deposits of East Africa* ". *Earth and Planetary Science Letters, 19.* pp: 257-266.
- OROZCO, T (1990). " *Aplicaciones de la Petrología en Arqueología Prehistórica: el estudio del utillaje lítico pulido* ". *Saguntum, 23.* Valencia. pp: 77-87.
- ORTEGA, I. (1997): " *Aprovisionamiento de los recursos líticos. El nivel aurifiaciense del yacimiento arqueológico de Barbás* ". En 1ª Reunión de trabajo sobre aprovisionamiento de recursos líticos en la Prehistoria. Universidad de Valencia, Valencia.

- ORTEGA, D. (2000): *Tecnologia i matèries primeres lítiques de l'aurinyacià arcaic de la cova de l'Arbreda*. Treball de recerca inèdit. Universitat de Girona. Girona. 324p.
- PARCERISAS, J. (1999): "Análisis petroarqueológico de la Unidad UAS5 de la Cova de L'Estret de Tragó". En Pallí, L y Roqué, C (eds): *Avances en el estudio del Cuaternario español*. Girona, pp: 271-276.
- PAZ, M. A. y VILA, A. (1988): "El Roc del Migdia (Vilanova de Sau, Osona). Un jaciment mesolític atípic? *Tribuna d'Arqueologia*, 1987-1988. Dpt de Cultura. Generalitat de Catalunya. Barcelona. pp: 133-143.
- PEÑA, J. L. (1983): *La Conca de Tremp y las Sierras Prepirenaicas Leridanas entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana*. Instituto de Estudios Ilerdenses. Lérida. 373p.
- PETIT, M. A. (ed-1996): *El procés de neolitització a la vall del Segre. La Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera). Estudi de les ocupacions humanes del Vè al II mil.lenni aC. Monografies del SERP*. Universitat de Barcelona. 69 p.
- PETIT, M. A. (1998): "Posar a l'hora el rellotge de la Prehistòria: Calibració de les datacions radiocarbòniques de la prehistòria moianesa". *Modilianum*, 19. Moià. pp: 3-20.
- PETTIJOHN, F. J. (1975): *Sedimentary Rocks*. Harper and Row. New York. 3rd ed.
- PIGNAT, G. (1997): "The use of rock crystal during the Alpine Mesolithic". En Ramos, A. y Bustillo, M. A. (eds). *Siliceous Rocks and Culture*. Monográfica Arte y Arqueología. Universidad de Granada. pp: 577-585.
- POCOVI, J. (1978): *Estudio geológico de las Sierras Marginales Catalanas (Prepirineo de Lérida)*. Tesis Doctoral inédita. 2 vols. Fac. Geología. Universidad de Barcelona.

- RAMON, X. (1985): Estratigrafía y sedimentología del Muschelkalk Inferior del Dominio Montseny-Llobregat. Tesis de Licenciatura inédita. Fac. de Geología. Universidad de Barcelona. 100p.
- RAMON, X. y CALVET, F. (1987): "Estratigrafía y sedimentología del Muschelkalk Inferior del dominio Montseny-llobregat (Catalanides)". *Estudios Geológicos*, 43. Madrid. Pp: 473-487.
- RAMOS, A (1986): "La explotación de recursos líticos por las comunidades prehistóricas. Un estudio sobre economía primitiva". *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*. Granada. pp 237-271.
- RAMOS, A. (1999): "Culturas neolíticas, sociedades tribales: Economía política y proceso histórico en la Península Ibérica". *Saguntum*. Extra 2. *Actes del II Congrés del Neolític a la Península Ibèrica*. Valencia, pp: 597-608
- RICQ DE BOUARD, M. (1987). "Roches Tenaces". En Miskovsky, J. C. (ed). *Géologie de la Préhistoire*. Geopré. Paris. Pp : 859-870.
- RIO, M y CHALAMET, A. (1980): "Relations entre l'habitus, la dimension des cristallites et le comportement thermique de la silice dans divers types d'accidents siliceux". *Bulletin Minéralogique*. 103. Paris. pp: 44-47.
- RIO, M. (1982): "Les accidents siliceux dans le Crétace du Bassin Vocontien (Sud-est de la France). Contribution a l'étude de la silicification des formations calcaires". *Documents des Laboratoires de Géologie*, 84. Université Claude-Bernard. Lyon. 178 p.
- RIPOLL, S. (1990): "Les industries solutréennes de la Cueva de Ambrosio (Velez Blanco, Sudest de l'Espagne) et leur rapport avec les sources de matière première ». En

Séroine-Vivien, M. R. Y Lenoir, M. (eds). *Le silex de sa genèse à l'outil. Cahiers du Quaternaire*, 17. Bordeaux. Pp : 471-477.

RODRIGUEZ, A. y YLL, R. (1992): "Materias primas y cadenas operativas en el yacimiento epipaleolítico del Roc del Migdia (Vilanova de Sau, Barcelona)". En MORA, R., TERRADAS, X., PARPAL, A. y PLANA, C. (eds): Tecnología y cadenas operativas líticas. *Treballs d'Arqueologia*, 1. Bellaterra. pp:73-82.

ROOT, D. (1983): "*Information exchange and the spatial configurations of egalitarian societies*". En Moore, J.A. y Keene, A.S. (eds): *Archaeological Hammers and Theories. Studies in Archaeology*. Academic Press. Nueva York. pp193-213.

ROSELL, L. et al. (1996). « *Dossier de pratiques de pétrologia sedimentària* ». Practica 32. Rocas silíceas. Fac. de Geologia. Universidad de Barcelona.

SACCHI, D. (1972) : « *Datage C14 d'un gisement mésolithique des Corbières : La Caune d'Arques (Aude)* ». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 69/8. pp: 229.

SAHLINS, M. (1983): *Economía de la Edad de Piedra*. Ed. Akal. Madrid. 337p.

SALA, R., CARBONELL, E. y CEBRIÀ, A. (1997): *El taller de jaspis del Morrot de Montjuïc. Primers indicis de protomineria al paleoestuari del Llobregat. Centre d'Arqueologia de la Ciutat*. Ajuntament de Barcelona. Barcelona. 83p.

SERONIE VIVIEN M.R y SÉRONIE-VIVIEN M. (1987): "*Le silex du Mésozoïque nord-aquitain. Approche géologique de l'étude des silex pour servir à la recherche préhistorique*". *Bulletin de la Société Linéenne de Bordeaux*. supplément tome XV. 136 p.

SCOFFYN, R. (1987): *An introduction to carbonate sediments and rocks*. Ed Blackie. New York. 274p.

- SHAFFER, N. R. y TANKERSLEY. R. (1989): "Oxygen isotopes as a method of determining the provenience of silica-rich artifacts". *Current Research in the Pleistocene*, 6. pp: 47-49.
- SHEPHERD, W. (1972): *Flint: its Origin, Properties and Uses*. Faber and Faber. London. 255p.
- SIEVEKING, G., BUSH, P., FERGUSON, J., CRADDOCK, P. T., HUGHES, M. J. y COWELL, M. R. (1972): "Prehistoric flint mines and their identification as sources of raw material". *Archaeometry*, 14/2. pp: 151-176.
- SIEVEKING, G. y HART. M. B. (eds). *The scientific study of flint and chert*. Cambridge University Press, 1986.
- SILVA, A. y RIBEIRO, M. L. (1991): *Carta geológica de Portugal. Notícia explicativa da folha 15-A, Vila Nova de Foz Côa*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- SIMONNET, R. (1979): "Carte des gites à silex des Pré- Pyrénées". En *Congrès Préhistorique de France*. XXIe session. Vol 1. Quercy. pp: 308-323.
- SOARES de CARVALHO, G. (1946): "Silex dos depósitos da Orla Mesozoica Ocidental". *Memórias e Notícias. Geologia de Portugal*. Coimbra. pp. 1-39.
- SOLER, N., TERRADAS, X., MAROTO, J., y PLANA, C. (1990): "Le silex et les autres matières premières au Paléolithique moyen et supérieur, au nord-est de la Catalogne". En Séronie-Vivien, M. R. y Lenoir, M. (eds): *Le silex de sa gènesse a l'outil*. *Cahiers du Quaternaire*, 17. Bordeaux. pp: 453-460.

- SOZZI, M. y VANNUCCI, S. (1996): "An example of integrated methodology for the characterization of raw material of the industries from isernia La Pineta (Molise, Central Italy) and Ca Belvedere di Monte Poggiolo (Rogmagna,northern Italy)". En *The sections of the XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences. Abstracts*, 1, Abaco. Forlì. pp: 30-31.
- SPIELBAUER, R. H. (1976): *Cherts resources and aboriginal chert utilisation in Western Union County, Illinois*. Ph. D. Dissertation. Department of Anthropology, Southern Illinois University. Carbondale.
- STILES, D. N. ; HAY, R. L. y O'NEIL, J. R. (1974): "The MNK chert factory site, Olduvai Gorge, Tanzania". *World Archaeology*, 5. pp: 285-308.
- TAKÁCS-BIRÓ, K. (1997): "Petroarchaeology of siliceous rocks and source determination in the Carpathian Basin". En Ramos, A. Y Bustillo, M. A. (eds). *Siliceous Rocks and Culture*. Monográfica Arte y Arqueología. Universidad de Granada. pp: 353-359.
- TARRIÑO, A. y ULIBARRI, M. A. (1992): "La ficha como instrumento de inventario, análisis y comparación entre materiales silíceos pertenecientes a yacimientos arqueológicos y afloramientos naturales". En Jordà, J. F. (ed): *Actas de la 2ª Reunión Nacional de Geoarqueología*. Madrid. pp: 265-272.
- TARRIÑO, A y AGUIRRE, M. (1997): "Datos preliminares sobre fuentes de aprovisionamiento de rocas silíceas en algunos yacimientos paleolíticos y postpaleolíticos del sector oriental de la cuenca vasco-cantábrica". *Veleia*, 14. Vitoria. pp.101-116.
- TARRIÑO, A. (1998): "Rocas silíceas sedimentarias. Su composición mineralógica y terminología". *KREI*, 3. Gasteiz pp: 143-161.
- TERRADAS, X. (1995): *Las estrategias de gestión de los recursos líticos del Prepirineo catalán en el IX milenio BP: El asentamiento prehistórico de la Font del Ros (Berga, Barcelona)*. *Treballs d'Arqueologia*, 3. Bellaterra. 206p.

TERRADAS, X. (1997): "Estado actual de las investigaciones sobre la explotación de los recursos líticos entre grupos cazadores-recolectores prehistóricos en el estado español". En Bernabeu, J., Orozco, T. y Terradas, X. (eds): Los recursos abióticos en la Prehistoria. Caracterización, aprovisionamiento e intercambio. Col.lecció Oberta. Universitat de València. pp: 73-82.

TERRADAS, X. (1998): "*From raw material procurement to tool production: reconstruction of the lithic production process during the Late glacial period in the eastern Pyrenees*". En Milliken, S. (ed): *The organization of lithic technology in Late Glacial and Early Postglacial Europe. British Archaeological Reports. International Series, 700.* Oxford. pp : 1-16.

TORTI-ZANNOLI, C. (1983): "*Quelques données sur les sources et l'utilisation des matières premières dans le massif Central* ». *Bull. de la Société Préhistorique Française. Études et travaux* 80/ 8, pp : 226-227.

TUCKER, M. E. (1981): *Sedimentary petrology : an introduction.* Blackwell Scientific Publications. 252p.

UTRILLA, R. (1989): Los isótopos estables como indicadores del medio deposicional y de los procesos diagenéticos. Laboratori d'isotops estables de la Fac. de Geologia. Inédito.

UTRILLA, R. y TRAVÉ, A. (1990): *Isotops estables. Determinació de la composició isotòpica en oxigen i carboni dels carbonats.* Laboratori d'isotops estables de la Fac. de Geologia. Inédito.

VALENSI, L. (1955): "*Sur quelques microorganismes des silex crétacés du Magdalenien de Saint-Amand (Cher)*". *Bulletin Société Géologique Française.*

- VALENSI, L. (1957): "*Micropaléontologie des silex du Grand Pressigny*". *Bulletin Société Géologique Française*. Tom 7. Paris, pp: 1083-1090.
- VERMEERSCH, P.M., PAULISSEN, E., y VAN PEER, P. (1995): "*Paleolithic chert mining in Egypt*". *Archaeologia Polona*. Polish Academy of Sciences.vol.33 Varsovia, pp:11-30.
- VIERRA, B. J. (1995): "*Subsistence and stone tool technology: An old world perspective*". *Anthropological Research Papers*, 47. Arizona State University. 283p.
- VILA, A. (1985): "*El Cingle Vermell: un assentament de caçadors-recol·lectors del Xè mil·leni BP. Excavacions arqueològiques a Catalunya*", 5. Barcelona. 79p.
- WERNN, J. H. y HEINRICH, P. V. (1996): "*Palynological chert sourcing of paleo-indian artifacts, Eagle Hill, Louisiana*". Comm. en el Ixth International Palynological Congress.
- WEISBERGER, G. (1999): "*Palaeolithic ochre mining on the island of Thasos (Greece)*". En Abstracts. VIII International Flint Symposium. Bochum.pp : 43-44.
- WRAY, C. F. (1948): "*Varieties and sources of flint found in New York State*". *Pennsylvanian Archaeologist*, 18. pp: 25-43.
- ZILHÃO, J., AUBRY, T., y ALMEIDA, F. (1994): "*Un modèle technologique pour le passage du Gravettien au Solutrén dans le sud-ouest de l'Europe*". En *Les civilisations Méditerranéennes XXIVème Congrès Préhistorique de France. Résumé des communications*. Carcassonne. pp:10-11.
- ZILHÃO, J (1995): *O Paleolítico superior da Estremadura Portuguesa*. Volume I. Síntese e Interpretação. Tesis doctoral inédita. Lisboa.
- ZILHÃO, J., AUBRY, T., FAUSTINO DE CARVALHO, A., ZAMBUJO, G., y ALMEIDA, F. (1995): "*O sítio arqueológico do Salto do Boi (Quinta da Cardina, Santa Comba*

Vila Nova de Foz Coa". En Actas.1er Congreso de Arqueología Peninsular. Porto. pp: 471-497.

ZILHÃO, J -coord- (1997): *Arte Rupestre e Pré-história do Vale do Côa*. IPPAR. Ministério da Cultura. 453p. Lisboa.