

# **XARAGALL**

***Revista de Ciències de la Catalunya Central***  
**Sèrie B**  
**nº 348 - abril del 2009**

**RECORREGUTS GEOLÒGICS I MINERS PEL CAP  
DE CREUS**

**XAVIER AURELL I BACH, XAVIER GASSIOT MATAS i JOSEP M. MATA-PERELLÓ**

---

Aquest recorregut va ésser experimentat amb docents el dia **5 DE JULIOL DEL 2008**

# RECORREGUTS GEOLÒGICS I MINERA PEL CAP DE CREUS / 05 – JULIOL DEL 2009

XAVIER AURELL I BACH, XAVIER GASSIOT i MATAS i JOSEP M. MATA-  
PERELLÓ

## INTRODUCCIÓ

El cap de Creus constitueix l'acabament oriental dels Pirineus. Els materials que el formen corresponen al sòcol de la serralada pirinenca, per tant conformen les restes de la serralada herciniana. El cap de Creus està format per roques metasedimentàries del període Cambroordovicià, que foren plegades, metamorfitzades i intruïdes per granitoides i pegmatites durant els processos deformants de l'orogènesi herciniana.

Les característiques petrogràfiques i estructurals –plegaments, esquistositats i cisalla- són degudes al cicle orogènic hercinià.

El modelat del massís, s'inicià en els darrers temps del terciari; les cales, penya-segats, alvèols i taffone i les nombroses formes singulars colpides pels vents humits salins i l'onatge confereixen al massís una notable espectacularitat

## LES ROQUES DEL CAP DE CREUS

Al cap de Creus aflora una gran varietat de roques com esquists, filites, amfibolites, quarzites, marbres, gneis, granitoides, pegmatites, migmatites i milonites entre d'altres. Les roques que constitueixen la major part del massís, però, són els esquists, que hi apareixen a la meitat nord, i les filites, que hi afloren a la meitat meridional.

Les roques esmentades deriven per metamorfisme de preexistents roques sedimentàries, ígnies i metamòrfiques. Aquestes roques primitives, com a conseqüència de la pressió litostàtica (de càrrega de sediments), de la temperatura i de les pressions dirigides (deformants) de l'orogènesi herciniana, foren deformades i metamorfitzades. La varietat de litologies preexistents va originar, lògicament, roques metamòrfiques diverses; el grau metamòrfic assolit fou també variable, vinculat a les deformacions assumides i la profunditat. Així, les roques de les parts més pregones de l'edifici orogènic experimentaren transformacions metamòrfiques més intenses degut que a l'efecte de les pressions dirigides (deformants) s'afegia una major pressió litostàtica i temperatures més altes.

No s'hi han conservat roques constitutives de les cobertores secundària i terciària.

A més de les roques del Paleozoic, el cap de Creus conté materials sedimentaris que s'han acumulat, durant el Quaternari, al llarg de corrents fluvials que solquen el massís, en platges i al peu de relleus muntanyosos.

## EL METAMORFISME

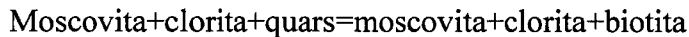
El metamorfisme al cap de Creus és de tipus regional, de pressió baixa; a la major part del massís el grau metamòrfic és baix; a la part nord, però, des de Cadaqués-Port de la Selva cap al nord, el grau metamòrfic augmenta progressivament i així hom passa successivament de pissarres a filites i a esquists i d'esquists amb paragènesis mineralògiques de grau baix fins a esquists de grau metamòrfic mig i alt. En determinades zones de la part nord, com Tudela o punta dels Farallons, afloren granitoides i migmatites formades a partir de l'anatèxia (fusió) dels esquists, la qual cosa assenyalava també que la part més septentrional del massís formava part de l'edifici orogènic profund.

A partir de la seqüència metasedimentària, s'han establert les següents zones metamòrfiques:

Grau metamòrfic baix o molt baix:

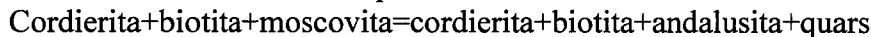
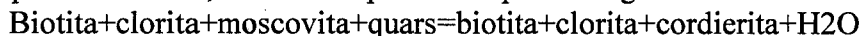
-zona de la clorita-moscovita: la paragènesi més freqüent en les metapelites és el quars, la moscovita i la clorita

-zona de la biotita: la paragènesi més freqüent en les metapelites és el quars, la biotita, la moscovita i la clorita



Grau metamòrfic mitjà:

-zona de la cordierita-andalusita: en els nivells metapelítics apareixen porfiroblasts d'aquests minerals; en les metapsamites apareixen granats almandínics



Grau metamòrfic mitjà i alt:

-zona de la sil·limanita-moscovita

Complexes migmatítics:

S'han format per anatèxia (fusió) dels metasediments, induïda per la calor aportada per la intrusió de masses magmàtiques, de tonalites i quarsdiorites i/o com a conseqüència de la calor existent en les parts més pregones de l'orogen; la fusió dels metasediments ha estat induïda també per les pressions. Es localitzen en determinades àrees de la part septentrional de la península, com punta dels Farallons o Volt Andrau.

El metamorfisme de contacte també és present al cap de Creus; es desenvolupa al voltant de les intrusions de granitoides degudes a la calor aportada pel magma granodiorític, que en refredar-se formà els cossos intrusius que afloren a la serra de Rodes i a Roses.

Al llarg dels cisallaments s'ha produït un metamorfisme dinàmic que ha comportat la formació de milonites, roques resultants de la intensa deformació causada per

pressions dirigides, en què els minerals de la roca original han sofert trencaments, cristallitzacions, i una gran reducció de la mida del gra. Aquest metamorfisme ha afectat també la granodiorita en formar-se, a més de milonites, ortogneis.

## LA TECTÒNICA

Les estructures tectòniques del cap de Creus han estat produïdes per les forces deformants de l'orogènsi herciniana que conduïren a la formació de la serralada herciniana, de la qual el massís del cap de Creus forma part.

Hi han estat reconegudes diverses fases de deformació:

- 1- En un primer episodi deformant, la sèrie sedimentària del Cambroordovicià es plegà; es varen formar plecs que originaren una esquistositat, que és quasi paral·lela a l'estratificació original; aquesta esquistositat té direcció nord-sud amb cabussament de moderat a alt. Els plecs no són reconeixibles degut que han estat obliterats per la pròpia esquistositat i per les deformacions posteriors.
- 2- Un segon episodi plegà l'anterior estratificació i la primera esquistositat. Els plecs són de pla axial quasi vertical i direcció NE-SW i ENE-WSW i porten associats la formació d'esquistositat de crenulació.
- 3- El tercer episodi produí, en condicions metamòrfiques retrògrades, plecs de direccions E-W i NW-SE i cisallaments, associats als quals es varen formar

milonites. Els cisallaments varen afectar també els granitoides, les migmatites i les pegmatites.

La disposició en forma de dom del massís s'atribueix als esforços generats durant l'orogènia alpina durant l'emplaçament dels mantells de corriments pirinencs a l'Eocè superior; s'han reconegut superfícies de lliscament horitzontals a cap Norfeu i a cap Blanc, amb moviments dels blocs superiors cap al sud, que podrien estar relacionats amb l'emplaçament esmentat.

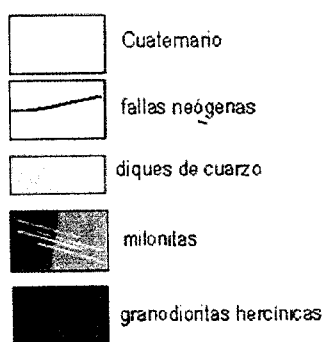
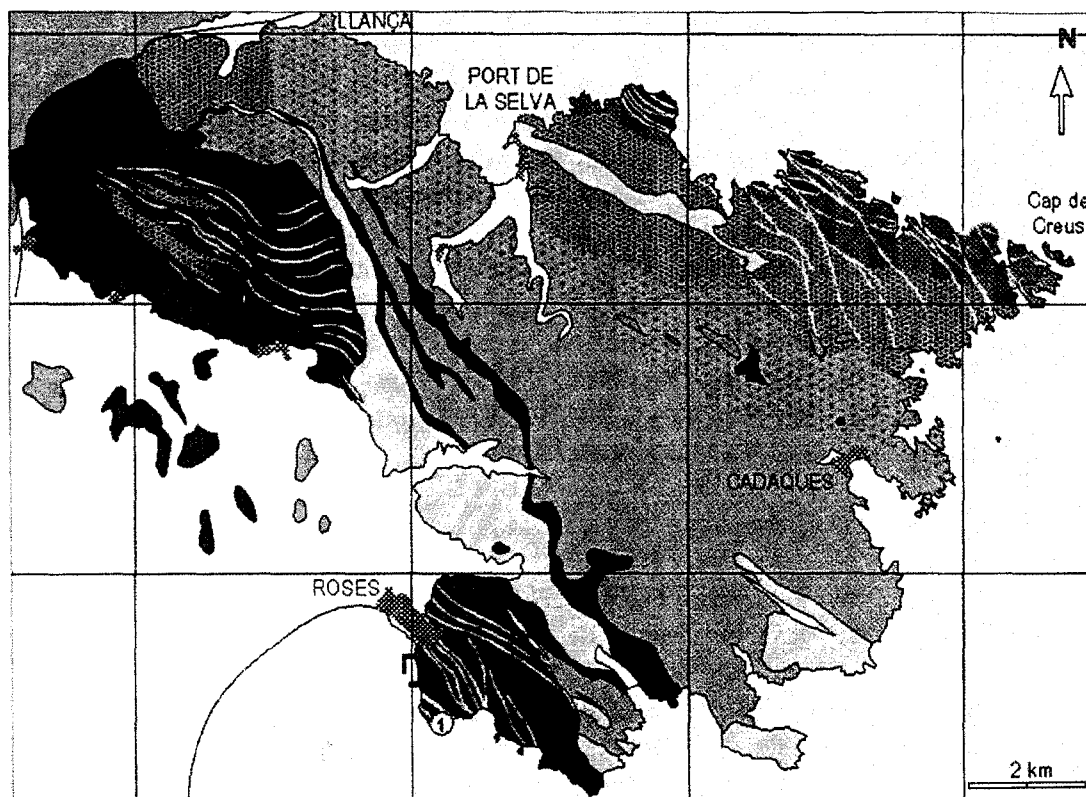
## MORFOLOGIA DEL CAP DE CREUS

La península del cap de Creus, modelada i articulada per la força erosiva marina dels temporals de tramuntana i les llevantades, pel vent humit salí carregat de partícules i per les torrenteres que solquen el massís, presenta unes formes de relleu espectaculars. La seva morfologia única és el resultat de l'actuació dels agents geològics abans esmentats, que han incidit sobre un rocam i unes estructures que n'han determinat les característiques singulars.

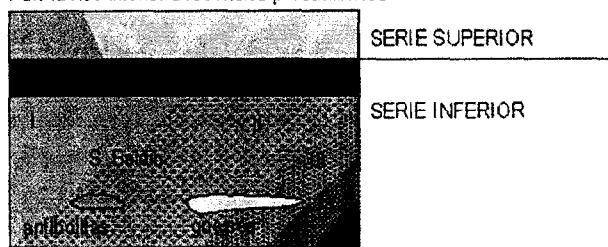
La duresa i compacitat de les roques que formen el massís i l'acció erosiva o d'abradió de l'aigua marina, han fet que bona part de la costa adopti la forma de penya-segat. Els penya-segats es veuen interromputs per cales que s'han obert aprofitant l'acció de l'aigua marina; es tracta d'estructures, com fractures, eixos de plegament, zones de cisallament o materials més erosionables, on l'aigua ha pogut excavar amb més facilitat.

Els aerosols salins i el vent carregat de partícules han erosionat les roques, especialment els esquists i també els granits i les pegmatites, originant nombrosos alvèols, taffone i coves que confereixen, per llur abundància, una nova singularitat al massís. L'acció combinada d'aquests agents geològics, l'aigua i els aerosols salins ha produït formes de relleu realment espectaculars.

Les pegmatites, per llur major resistència a l'erosió que els esquists, destaquen en el relleu, ocupant posicions dominants a la part septentrional.



Paleozoico inferior-secuencias precámbricas:



- I clorita-moscovita
- II biotita
- III cordierita-andalucita
- IV sillimanita
- V complejos migmatíticos

ZONAS DE ISOMETAMORFISMO

Segons Jordi Carreras

## Breu història geològica del cap de Creus

El cap de Creus constitueix la terminació més oriental dels Pirineus catalans; per tant, cal entendre les seves estructures, els materials i la seva evolució a partir del coneixement dels Pirineus.

	PIRINEUS	CAP DE CREUS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sedimentació sèrie del cambro-ordovicià</li> <li>- Orogènia Herciniana, Carbonífer (-355 m. a.): deformacions, metamorfisme, magmatisme</li> </ul> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>Serralada Herciniana</b></p> <p style="text-align: center;">Constitueix el sòcol, la zona axial del Pirineus S'estenia per bona part de la península Ibèrica i Europa fins els Urals</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erosió-peneplanització</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sedimentació de la sèrie del cambro-ordovicià</li> <li>- <b>Orogènesi Herciniana:</b> El cap de Creus, part integrant de la <b>serralada herciniana</b>, adquireix les característiques petrogenètiques i estructurals - plegaments, esquistositats, cisallament- pels processos desenvolupats en el cicle Orogènic Hercinià -petrogènesi, metamorfisme, magmatisme, deformacions - en la sèrie del cambro-ordovicià</li> <li>- <b>erosió-peneplanització</b></li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>ERA SECUNDÀRIA (MESOZOIC)</b> -245 fins -65 milions d'anys</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sedimentació damunt superfícies d'erosió, Triàsic-Cretaci inf. (-245 fins -145 m.a.)</li> <li>- etapa extensiva-aprimament de la litosfera-formació de conques-sedimentació, Cretaci inf. (-145 m.a.). Es formà una cobertura, discordant, damunt el sòcol hercinià</li> <li>- etapa de compressió, inici <b>Orogènia Alpina</b>, Cretaci sup. (-65 m.a.). Formació d'encavalcaments i mantells de corriment</li> </ul>	<p>Al cap de Creus es podria haver format una cobertura secundària, tal com succeí als Pirineus, però no se'n han conservat les restes</p>
<p style="text-align: center;"><b>ERA TERCIÀRIA (CENOZOIC)</b> - 65 fins -1,64 milions d'anys</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- etapa de compressió, <b>Orogènia Alpina</b>, fins l'Oligocè (-29 m.a.). Formació de nous encavalcaments i mantells de corriment</li> </ul> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>Serralada Pirinenca</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- etapa extensiva—formació de sistemes de falles normals-formació de fosses (Cerdanya, Empordà, Vallès-Penedès,...)</li> <li>- sedimentació i rebliment de les fosses, Miocè-Pliocè-Quaternari (-29 m.a. fins temps recents). En el Miocè i Pliocè es produeixen successives transgressions i regressions que determinen la sedimentació i l'erosió de les sèries dipositades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- en l'etapa distensiva neògena es formà la falla de la Vellèta</li> <li>- disposició en forma de dom del massís pels esforços produïts en l'emplaçament dels mantells de corriment pirinencs</li> <li>- es produí una extrusió volcànica amb l'emissió de basalt a Puig Ferral</li> <li>- en els darrers temps de l'era, Pliocè sup. (-3,5 m.a.), el mar s'enretirà de la plana empordanesa i de les rieres de Palet i Romanyac; els corrents fluvials que s'encaixaren en el rocam, les aigües marines i el vent salabrós, modelen el massís que anirà adquirint una morfologia dominada pels penya-segats, cales, taffone i formes d'erosió realment singulars</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Quaternari</b> -1,64 milions d'anys fins temps recents</p>	<p>Hi ha un refredament de la Terra; els Pirineus catalans són en part coberts per neus permanents; el límit de neu permanent es situava en els 2100 metres als Pirineus orientals; el límit E estaria situat al Canigó. Les formes del modelat glacial als Pirineus són valls en forma de U, els circs i nombroses cubetes de sobreexcavació</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- s'acaben de configurar les formes de relleu abans esmentades</li> <li>- els sediments erosionats pels corrents fluvials que solquen el massís, s'acumulen en les petites valls i els que arriben al mar, retreballats per l'onatge, s'acumulen en platges o cales juntament amb els fragments arrancats a les roques de la costa per l'onatge</li> <li>- els vents formen dipòsits eòlics, sorrencs, a la vall de la riera de Romanyac</li> </ul>

### ITINERARI

El recorregut des de Port-Lligat per s'Alqueria, el Far, Culip fins Tudela permet reconèixer la sèrie metasedimentària del Cambroordovicià des de zones de grau

metamòrfic baix (Port-Lligat, s'Alqueria), fins a roques de grau metamòrfic mig i alt, atès que l'itinerari segueix la direcció sud-nord aproximadament, segons la qual la intensitat metamòrfica és creixent.

Travessarem, doncs, sense gaires desnivells, un tros de l'orogen hercinià (serralada herciniana) que ens permetrà reconèixer roques més superficials de l'orogen menys afectades pel metamorfisme— i roques més pregones i per tant més metamorfitzades o de grau metamòrfic més alt.

Al llarg d'aquest recorregut podrem constatar, per tant, com les roques situades més al sud —S'Alqueria, per exemple— tenen un gra més fi i paragènesis minerals pròpies d'un metamorfisme de baix grau, i a mesura que ens anem desplaçant en direcció nord —Guillola, el far, Tudela— augmenta la mida del gra (la mida del gra augmenta amb la intensitat dels processos metamòrfics) i les paragènesis minerals corresponen a zones de més alt grau metamòrfic.

En la zona d'isometamorfisme de l'andalusita-cordierita, els esquists presenten dics de pegmatita que són més abundants en la zona de la sil·limanita.

Estudiarem també les estructures generades pels plegaments hercinians, com ara esquistositats i zones de cisallament.

### Parada 1. Port-Lligat

#### Observacions de geologia

<b>ROQUES</b>	Esquists: deriven per metamorfisme d'argiles, llims i gresos Codolar a la cala; còdols d'esquists, rodats pel corrent fluvial i aplanats per l'onatge
<b>ESTRUCTURES</b>	Esquistositat, quasi paral·lela a l'estratificació original; direcció de la foliació: NW-SE; direcció de cabussament: NE-SW
<b>METAMORFISME</b>	Regional; zona d'isometamorfisme de la clorita-muscovita; grau baix
<b>FORMES RELLEU</b>	Cales, penya-segats, platja

### Parada 2. Sector de s'Alqueria

A la cala de s'Alqueria podem estudiar els esquists, en què el metamorfisme es manifesta d'una banda pel desenvolupament d'una foliació d'origen tectònic, clivatge/esquistositat, bastant paral·lela als plans d'estratificació original i d'altra banda per la presència de petits cristalls de biotita d'origen metamòrfic.

Aquestes roques deriven, per metamorfisme de tipus regional hercinià, de primitives lutites i gresos del Cambroordovicià. Pertanyen a la zona d'isometamorfisme de la biotita.

En un extrem sud de la cala de s'Alqueria hom pot observar uns nivells d'alguns centímetres d'espessor d'esquists negres, marbres i roques metavolcàniques. Aquestes

roques formen part de l'anomenat "complex de Sant Baldiri", el qual està format per una sèrie de potència variable d'uns 20 metres com a màxim, que aflora en diferents indrets del massís; el complex està integrat per diverses litologies, però rarament apareixen totes juntes en els diferents afloraments; en conjunt s'han reconegut esquists ampelítics, metavolcanites, quarsites, quarsamfibolites, roques calcosilicatades i marbres.

Des del puig de s'Alqueria, hom pot observar el retrocés dels penya-segats del cap de'n Roig per l'acció erosiva de l'onatge, tal com assenyalen els petits illots que mostren una antiga línia de costa.

#### Observacions de geologia

<b>ROQUES</b>	Esquists: deriven per metamorfisme d'argiles, llims i gresos Esquists negres: deriven d'argiles sulfuroses Marbres: deriven de calcàries Roques metavolcàniques: deriven de cendres volcàniques Codolar a la cala; còdols d'esquists, rodats pel corrent fluvial i aplanats per l'onatge
<b>ESTRUCTURES</b>	Esquistositat, quasi paral·lela a l'estratificació original; direcció de la foliació: NW-SE; direcció de cabussament: NE-SW
<b>METAMORFISME</b>	Regional; zona d'isometamorfisme de la biotita; grau baix
<b>FORMES RELLEU</b>	Cales, penya-segats i illots formats pel retrocés del penya-segat

#### PARADA 3. Sector del far del cap de Creus

Des de cala Jugadora prenem un camí amb rètols indicadors fins a la carretera del far, que ens portarà a dalt del far. En aquest sector podem observar molts exemples d'esquistositat plegada, de dics de pegmatites -amb grans cristalls de turmalina, granats i miques- i zones de cisallament. Des d'un punt enlairat observarem cala Culip oberta seguint zones de cisallament i l'illot de s'Encalladora format també per l'erosió al llarg d'una zona de cisallament. També estudiarem les espècies vegetals establertes en aquest sector, des d'on hom pot baixar cap a cala Culip, en què es poden veure amb claredat cisalles i les milonites associades.

#### Observacions de geologia

<b>ROQUES</b>	Esquists: deriven de primitius argiles, llims i gresos Milonites Pegmatites amb grans cristalls de miques, turmalina i altres
<b>ESTRUCTURES</b>	Esquistositat regional de direcció NE-SW i esquistositat plegada Cisalles
<b>METAMORFISME</b>	Regional; zona d'isometamorfisme de la sil·limanita Dinàmic: cisalla amb formació de milonites
<b>FORMES RELLEU</b>	Penya-segats Cales Illots formats pel retrocés del penya-segat Taffone i alvèols



### PARADA 5. Sector Tudela-Cala Culleró-Cala Culip

Des del far agafarem l'automòbil fins a Tudela, on es pot fer, si el temps ho permet, la darrera parada. Com s'ha dit anteriorment, Tudela està ocupada per una urbanització que pertany al Club Med, al qual cal demanar autorització per entrar-hi (no hi posen traves). Val a dir que actualment aquest complex està en procés de desaparició degut que, segons la normativa del parc, es troba en situació il·legal.

En aquesta parada es pot fer un recorregut per una petita carretera asfaltada construïda pel Club Med. La urbanització ha alterat, evidentment, l'entorn natural, però encara s'hi poden estudiar les roques i les estructures. Hi ha magnífics exemples d'alvèols i taffone, pegmatites, que destaquen en el relleu per llur major resistència a l'erosió i pels seus tons clars, zones de cisallament i les milonites associades, esquists, migmatites, mineralitzacions de turmalina i granats en les pegmatites.

#### Observacions de geologia

<b>ROQUES</b>	Esquists: deriven per metamorfisme d'argiles, llims i gresos Pegmatites Milonites Migmatites
<b>ESTRUCTURES</b>	Esquistositat regional de direcció NE-SW i esquistositat plegada
<b>METAMORFISME</b>	Regional; zona d'isometamorfisme de la sil·limanita; alt grau metamòrfic Dinàmic: cisallament amb formació de milonites
<b>FORMES RELLEU</b>	Cales Penya-segats Illots formats per retrocés dels penya-segats Taffone i alvèols

**EN AQUEST INDRET FINALITZA EL RECORREGUT DE L'ITINERARI**