



CIÈNCIES

Recuperació del patrimoni geològic del pla de Tudela (Cadaqués, Parc Natural de Cap de Creus)

Per Marta Puiguriguer Ferrando

Resum

El massís del cap de Creus se situa a l'extrem més oriental del Pirineu axial que en aquest sector es perllonga vers el sud-est, paral·lel a la costa. Es tracta d'un paradís geològic de primer ordre, enclavat entre les muntanyes pirinenques i la mar Mediterrània, de roques variades, estructures complexes i un relleu retallat i retreballat primer per les forces de la Terra i després per la tramuntana empordanesa i la humitat salina. Tudela és el nom del paratge on fins fa poc hi havia el Club Mediterranée, es troba al nord de la península del cap de Creus exposat a la mar d'Amunt, en una de les raconades geològiques més espectaculars del país. És un espai natural dotat d'una singular configuració geològica, amb estructures i afloraments de roques (esquistos i pegmatites) que formen un conjunt únic a nivell mundial i forma part de l'Inventari d'espais d'interès geològic de Catalunya.

Paraules clau

Cap de Creus, Tudela, Club Mediterranée, patrimoni geològic, geologia, metamorfisme, restauració ambiental, itineraris geològics

Abstract

The Cap de Creus massif is situated in the most easterly part of the Pyrenean axis, which in this sector becomes a prolongation running south-east along the coast. This is a geological paradise of the highest order, situated between the Pyrenees and the Mediterranean Sea, containing varied types of rocks, complex structures and a relief that has been shaped and hewn firstly by the forces of the earth and secondly by the Tramontane wind of the Empordà and the salty humidity. Tudela, the name of the place that was until recently the site of the Club Mediterranée, can be found to the north of the Cap de Creus peninsula and is exposed to the Mar d'Amunt waters, on one of the most spectacular geological spots in Catalonia. It is a natural area featuring a unique geological configuration, with rock structures and outcrops (schists and pegmatites) that are found nowhere else in the world and form part of the Inventory of Sites of Geological Interest in Catalonia.

Keywords

Cap de Creus, Tudela, Club Méditerranée, geological heritage, geology, metamorphism, environmental restoration, geological tours

DOI: 10.2436/20.8010.01.59

AIEE, Figueres, 42 (2011), pàg. 205-231

ESTAT DE SALUT DEL PATRIMONI GEOLÒGIC CATALÀ

El patrimoni geològic és en molts casos menystingut, potser perquè no pateix com els elements biòtics, potser perquè culturalment no estem tan acostumats a tenir-lo present, potser perquè popularment no tenim tant coneixement del substrat geològic com podem tenir dels arbres, els bolets, les flors, els ocells, els mamífers o les papallones, potser perquè el col·lectiu de geòlegs no l'ha sabut transmetre amb prou eficàcia, sigui pel motiu que sigui, en general cal admetre que la geologia sovint és ignorada o, bé, passa desapercibuda. Tanmateix el medi geològic és la base de totes les nostres activitats i constitueix la font dels recursos de pràcticament tots i cada un dels elements que fem.

La definició de patrimoni geològic és, segons la *Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*, “el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida”.

La protecció del medi geològic és una batalla poques vegades duta a terme, en aquest sentit a nivell català potser destaca el fet ja històric de la campanya de salvaguarda dels volcans olotins que a les acaballes dels anys 70 va portar a diferents mobilitzacions per part de la ciutadania que volia aturar les extraccions de greda del volcà del Croscat, el més jove i més gran de la península Ibèrica, territori per altra banda no destacat precisament per l'abundància d'aquests elements geològics. En aquest cas el resultat va ser la creació del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, primer parc natural declarat pel Parlament de Catalunya, l'any 1982.

Batalles de desprotecció del medi en el litoral mediterrani, en tenim a cabassos. En aquest punt em permeto citar, per similitud amb l'espai de Tudela al cap de Creus, el cas de l'Hotel Algarrobico d'Almeria, un edifici de 22 plantes que ni enderroquen ni acaben, que presideix com un esperit fantasmagòric la platja verge de Carboneras, en la reserva natural maritimo-terrestre del parc natural de Cabo de Gata-Níjar. Exemples com aquest, o d'altres no tan ofensius però que sumats en fan un de gros, en podem trobar arreu.

La protecció del medi geològic està o hauria d'estar, com és lògic, en funció de la importància del patrimoni que albergui una determinada zona, els factors que en determinen la vàlua són molts i en essència, en molts casos, força subjectius i lligats a un context regional, nacional o internacional. Un altre dels aspectes que fa que una determinada zona sigui més "important" que una altra és el coneixement que se'n té, així hi ha zones que per diversos motius són orfes d'estudiosos mentre que altres tenen l'oportunitat de ser reconegudes i donades a conèixer. En aquest sentit Catalunya és un país amb un patrimoni geològic de primer ordre, en un territori relativament petit podem trobar roques de totes les edats, de gairebé tots els tipus i de morfologies ben diverses. Alberga elements tan destacats com les muntanyes de Montserrat, els volcans garrotxins, els rocams cavalcats del Pedraforca, la muntanya de sal de Cardona, el delta de l'Ebre, etc., aquesta llista que podríem ampliar encara molt més no quedaria mai prou ben resumida si no se cités el cap de Creus, com un dels llocs de referència més importants.

A Catalunya, el Departament de Medi Ambient i Habitatge va elaborar l'*Inventari d'Espais d'Interès Geològic* de Catalunya, el qual respon a una selecció d'afloraments i llocs d'interès geològic que en conjunt testimonien l'evolució geològica del territori català, i que cal preservar com a patrimoni geològic. Hi ha inventariats 157 espais d'interès geològic, dividits en tres dominis: Pirineus, conca de l'Ebre i Catalànides. En aquest context, al cap de Creus se situa dins de la unitat pirinenca i s'hi localitzen fins a sis espais. Les formacions més destacables de tota la península del cap de Creus es concentren a la franja litoral del sector nord (en el seu tram entre la cala Tavallera a la punta del cap de Creus).

No hi ha cap legislació específica que reguli aquests paratges de geologia singular, tot i que en bona part estan dins d'alguna altra de les figures de protecció que preveu la legislació catalana (Pla d'espais d'interès natural, parc natural, reserva natural parcial, reserva natural integral, o parc nacional).

A nivell europeu cal destacar també l'existència de la Xarxa Global de Geoparcs de la UNESCO. Un geoparc és una àrea amb un patrimoni geològic d'importància rellevant, amb una estructura de gestió coherent i forta, on es desenvolupa una estratègia de progrés econòmic sostenible. En l'estructura

Unitats geològiques de Catalunya	Espais d'interès geològic	Espais d'interès geològic de la península del cap de Creus
Pirineus	70 (6 al cap de Creus: 8,5%)	Gneis del Port de la Selva
Conca de l'Ebre	25	Roques del cap de Creus (Rabassers - punta dels Farallons)
Catalànides	62	Les sorres de les Cavorques al Port de la Selva
Total:	157 (3,8% al cap de Creus)	Extrem oriental de la península del cap de Creus Zones de cisalla de Roses Paleozoic del cap de Norfeu

Taula 1: Espais d'Interès Geològic del Cap de Creus.
Font: *Inventari d'Espais d'Interès Geològic de Catalunya*.

d'un geoparc, el patrimoni geològic i el coneixement geològic es comparteix amb el públic de tots els nivells i es connecta amb aspectes més amplis de l'ambient natural i cultural. Sota el paraigua de la UNESCO, els llocs geològics importants guanyen reconeixement mundial i benefici amb l'intercanvi de coneixement, experiència i personal. Des del llançament de la Xarxa Global de Geoparks al 2004, s'han constituït 52 geoparcs a 17 països. A l'Estat Espanyol hi ha: el Parc Natural de Cabo de Gata - Níjar (Andalusia), el Parc Natural de les Serres Subbètiques (Andalusia) i el Parc Natural del Sobrarbe (Aragó).

EL CAP DE CREUS, UN ESPAI PROTEGIT

El Parc Natural de Cap de Creus va ser declarat per la Llei 4/1998, de 12 de març (DOGC núm. 2641, 01-04-1998). Mitjançant aquesta Llei es protegeix la península del cap de Creus i el seu entorn marí i és el primer parc

maritimoterrestre del país. La superfície total del parc és de 13.873 hectàrees, de les quals 10.767 ha corresponen a la part terrestre i 3.056 ha, a la marina. L'àmbit del parc inclou vuit municipis de la comarca de l'Alt Empordà: Cadaqués, el Port de la Selva, la Selva de Mar, Llançà, Palau-saverdera, Pau, Roses i Vilajuïga. Aquesta llei, a més, estableix una protecció bàsica dels elements geològics, a través de l'article 8 no s'hi permet l'extracció o recol·lecció de roques, minerals o fòssils.

Tant a l'àmbit marí com terrestre i d'acord amb el que disposa la Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals, s'estableixen tres de les modalitats d'espais naturals de protecció especial: zones de parc natural, zones de paratge natural d'interès nacional i zones siguin de reserva natural parcials o integrals.

Àmbit terrestre:

- Zones de parc natural (PN).
- Tres zones de paratges naturals d'interès nacional (PNIN): cap Gros-cap de Creus al Nord, el de cap Norfeu al Sud i el de la serra de Rodes, a l'Oest.
- Dues zones de reserva natural integral (RNI): la de cap de Creus amb les illes de s'Encalladora i la Maça d'Or i la de cap Norfeu.

Àmbit marí:

- Zones de parc natural.
- Tots els illots tenen la condició de paratges naturals d'interès nacional.
- Tres reserves naturals parcials: punta dels Farallons, cap de Creus i cap Norfeu.
- Reserva natural integral de s'Encalladora.

El parc natural disposa del Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge de cap de Creus, aprovat l'any 2006 (Resolució MAH/2618/2006, de 28 de juliol, per la qual es fa públic l'Acord del Govern de 20 de juny de 2006), a través del qual s'exposen les determinacions per a la protecció del medi natural i del paisatge quant a règim urbanístic, regulació d'usos i activitats (aprofitament dels recursos naturals, usos residencials i edificació, ús públic, infraestructures i serveis tècnics), zonificació, xarxa viària i regulació de la circulació motoritzada, prevenció d'incendis forestals, protecció dels sistemes hidrològics, protecció de la gea, de la vegetació, la flora i els hàbitats, protecció de la fauna i del patrimoni cultural, règim fiscal i beneficis i, per últim, gestió.

El Parc Natural de Cap de Creus és gestionat per un equip de tècnics que, amb seu al Palau de l'Abat, al Monestir de Sant Pere de Rodes, tenen cura de la protecció i gestió de l'espai a través de diversos programes d'actuació i conservació del medi natural.



Context geogràfic del Parc Natural de Cap de Creus. Situació dels espais naturals de protecció especial i antic límit de la finca del Club Mediterrani.

LA SINGULARITAT GEOLÒGICA DEL CAP DE CREUS

El massís del cap de Creus se situa a l'extrem més oriental del Pirineu axial que en aquest sector es perllonga vers el sud-est paral·lel a la costa. És un paradís geològic de primer ordre, enclavat entre les muntanyes pirinenques i el mar Mediterrani, de roques variades, estructures complexes i un relleu retallat i retreballat primer per les forces de la Terra i després per la tramuntana empordanesa i la humitat salina.

La morfologia retallada de la costa es dona per la presència dels diferents tipus de roca que formen el litoral i la seva resistència variable davant l'erosió. Les roques que apareixen a la zona corresponen als esquistos cristal·lins i les pegmatites del litoral nord, les calcàries marmoritzades del cap de Norfeu i les granodiorites gneissificades de Roses al sector sud. El triangle comprès entre el Golfet i la badia de Cadaqués mostra la part més articulada de tot el litoral. El relleu no és molt acusat i les pegmatites destaquen en forma de barres rocalloses. La costa presenta tot un assortit de cales estretes i profundes orientades segons la direcció de nord-oest a sud-est, seguint sens dubte la traça de les zones de cisalla, de la mateixa manera que els torrents que hi desemboquen, i els diferents prats de terra endins (prat de Romagós - la Fangal, pla dels Estanyets).

Aquesta península rocosa està formada pels materials geològics més antics que afloren a Catalunya, i que són la sèrie de roques metasedimentàries

d'edat cambroordoviciana, amb intercalacions de cossos ignis intrusius també metamorfitzats i deformats, entre els quals destaquen els gneissos del Port de la Selva i les granodiorites tardihercinianes gneissificades que formen els massissos de Rodes i de Roses.

La sèrie cambroordoviciana està formada per esquistos al nord, i per materials més diversos al sud on apareixen roques de litologies diferents, marbres, quarsites, metarudites i esquistos. Tots aquests materials estan intensament plegats i afectats per un metamorfisme regional que augmenta de grau vers el nord, passant d'unes condicions de baix grau a unes d'alt i molt alt grau metamòrfic, que s'assoleixen entre el cap Gros i la punta del cap de Creus.

En el sector nord es localitza un eixam de dics de color blanquinós o rosat de pegmatites que destaquen entre els esquistos grisos als quals intrueixen de manera caòtica i capritxosa. Totes les roques estan intensament tallades per plans de cisalla, al llarg dels quals en molts casos apareixen bandes de roques milonítiques, és a dir, bandes d'antics esquistos o pegmatites que, sotmesos als esforços de deformació, han sofert un canvi de la mida i de la textura de la roca.

El vent i la humitat salina condicionen que la vegetació que creix damunt d'aquest substrat de roca sigui més aviat escassa i el desenvolupament del sòl molt escàs i només reduït a algunes raconades. Així la roca apareix



Racó de la cala Culleró.

Els esquistos grisos són intruïts per les pegmatites de colors clars. El paisatge rocallós mostra espectaculars formes d'erosió. (Autora: Olga Aguado).

despullada i exposada a la intempèrie a mercè dels agents erosius que la treballen i modelen donant formes d'erosió molt peculiars per una banda, i mostrant tots els seus secrets per altra: minerals, contactes o estructures sedimentàries i tectòniques. Aquestes condicions fan que la península del cap de Creus ofereixi unes condicions excepcionals d'observació de la geologia, principalment rellevant per les estructures tectòniques de la zona.

L'elevat número de punts d'interès geològic que hi ha en un espai reduït i la importància i singularitat de cada un d'aquests punts ha convertit la península del cap de Creus en un indret de referència a nivell internacional. La combinació d'aquests aspectes fa que el cap de Creus sigui molt atractiu per a la docència universitària i la investigació. Regularment fan pràctiques a la zona diverses universitats europees i estan en curs algunes tesis doctorals.

criteris de singularitat geològica del cap de Creus

L'interès en el coneixement geològic de la zona ha portat a la realització de diversos estudis, principalment per part dels doctors en geologia Jordi Carreras i Elena Druguet que, des de la Universitat Autònoma de Barcelona, han dirigit diverses tesis i publicacions i han donat a conèixer el cap de Creus en l'àmbit més científic.

Els valors geològics més destacats es donen en el camp de la tectònica, on existeix un reconeixement entre els especialistes que els afloraments estan entre els millors del món, tant per la qualitat com per la quantitat. La petrologia i la mineralogia són camps de la geologia que també utilitzen exemples del cap de Creus com elements de referència. El territori comprès entre cala Tavallera i la badia de Guillola (sector nord) engloba alguns dels millors exemples d'estructures de deformació dúctil, roques metamòrfiques i pegmatítiques, així com un paisatge rocallós d'extraordinària bellesa i valor geomorfològic. Destaquen en quantitat, qualitat i extensió els afloraments amb estructures de plegament, relacions metamorfisme-plutonisme-deformació, zones de cisalla i formes d'erosió.

A continuació, s'exposa la singularitat geològica del cap de Creus segons les diferents disciplines de la ciència geològica que en aquest indret es descobreix de manera magnífic:

Relacionats amb la tectònica:

- L'estructura tectònica de la zona determina la forma del relleu que a la península del cap de Creus es tradueix en un paisatge de singular bellesa, amb una costa abrupta i retallada de tipus penya-segat alt.

- El cap de Creus és un dels millors exemples de Catalunya i també a nivell mundial d'estructures de deformació dúctil de roques metamòrfiques i també granítiques. Aquestes deformacions corresponen a les zones de cisalla que tallen les curioses combinacions que aquí fan els esquistos i les pegmatites.
- La zona presenta un dels millors exemples de plects d'ordre menor i de superposició de plects a totes les escales formats a conseqüència de les estructures de plegament. Alguns dels millors exemples de plegament es localitzen al puig de Culip.

Relacionats amb el metamorfisme

- Apareix la seqüència de les roques metamòrfiques més antigues (paleozoic inferior) que afloren a Catalunya.
- Les roques del cap de Creus han estat sotmeses a metamorfisme regional i s'hi poden identificar tots els graus de metamorfisme, a través d'una sèrie de roques que presenten signes del metamorfisme més baix fins al més elevat. La zonació metamòrfica és la més completa i la que aflora en millors condicions de Catalunya.
- Relacionat amb l'expressió màxima del metamorfisme apareixen roques de tipus migmatític (roques que presenten la transformació d'una roca metamòrfica en una plutònica), que esdevenen un dels pocs exemples coneguts a Catalunya.

Relacionats amb el plutonisme

- Associat al metamorfisme apareix un camp pegmatític que no té equivalent arreu de Catalunya. L'eixam de discs de pegmatita, de colors clars, rosats i brillants, retallen i envaeixen els esquistos massius.
- Presència de granitoides (quarsodiorites i tonalites) que formen un cos intrusiu de grans dimensions. Els esquists pròxims a aquestes roques apareixen localment migmatitzats, amb nombroses segregacions quarsfeldspàtiques de gran interès petrològic.

Relacionats amb la mineralogia

- La riquesa mineral és enorme, la zona ofereix la col·lecció més completa de roques i minerals metamòrfics de Catalunya, en aquest camp són especialment destacats la varietat de silicats: quars, feldspats, andalusita, granat, sil·limanita, cordierita, turmalina, moscovita i biotita, entre d'altres.

- Entre la punta de Pamperris i el pla de Tudela apareixen alguns granitoides (quarsodiorites i tonalites) que formen un cos intrusiu de grans dimensions. Els esquistos pròxims a aquestes roques apareixen localment migmatitzats amb nombroses segregacions quarsfeldspàtiques de gran interès petrològic.

Relacionats a l'àmbit de la recerca i l'estudi

- Els afloraments que apareixen són claus per a la recerca en geologia estructural, petrologia ígnia i metamòrfica i, en general, per a l'estudi de processos endògens. A tall d'exemple: apareix un eixam de dics de pegmatita de gran interès petrològic i mineralògic. Aquest dics presenten estructures tan internes com d'encaix excepcionals des del punt de vista d'estudi dels mecanismes d'emplaçament de magmes de zones profundes de l'escorça terrestre sotmeses a deformació.
- Representa un registre de primer ordre a escala internacional dels processos que tingueren lloc en dominis relativament profunds a l'escorça terrestre durant l'orogènia herciniana (plegament, metamorfisme i magmatisme).
- La zona és un exemple molt il·lustratiu de les roques i estructures que conformen la faixa metamòrfica septentrional de la península Ibèrica.
- L'abundància, continuïtat i qualitat dels afloraments ofereixen una oportunitat única per interpretar els diferents processos de transformació endògena.
- La singularitat d'aquests afloraments fa que es pugui qualificar com de màxim interès a nivell d'ensenyament superior i científic, tractant-se sense cap mena de dubte d'un valor patrimonial d'interès científic internacional.

Relacionats amb el paisatge

- Aquesta zona constitueix un exemple únic a escala internacional de paisatge geològic de gran bellesa i valor geomorfològic, com mostra l'abundància de formes d'erosió, conseqüència de l'acció erosiva del mar i del vent.
- La manca de vegetació espessa i de sòls a la faixa litoral determina que es generi un paisatge rocallós en el qual totes les característiques de les roques es mostren de forma excepcional.
- Les pegmatites ofereixen curioses formes d'erosió (de tipus taffoni) que donen lloc a morfologies singulars com les des Camell, s'Àliga i la Llebre, entre les més conegudes.

EL PATRIMONI GEOLÒGIC DEL PARATGE DE TUDELA

Tudela és el paratge on, fins al 2009, hi havia les instal·lacions del conegut Club Mediterráneo. Es troba al nord de la península del cap de Creus exposat a la mar d'Amunt, en una de les raconades geològiques més espectaculars del país. És un espai natural dotat d'una singular configuració geològica, amb estructures i afloraments de roques (esquistos i pegmatites) que formen un conjunt únic a nivell mundial.

De la conversa entre Salvador Dalí i l'arquitecte Pelayo Martínez l'any 1961, Dalí va escriure aquesta frase que deixa clara la rellevància geològica d'aquest indret:

“Aquesta part compresa entre el Camell i l'Àguila que tu coneixes i estimes tant com jo mateix és i ha de continuar per sempre essent geologia pura, sense res que pugui mixtificar-ho; en faig qüestió de principi. És un paratge mitològic que és fet per a Déus més que per a homes i cal que continuï tal com està”.

Salvador Dalí, 1961

El que s'ha dit després ha estat en base científica i rediu en termes tècnics el que Dalí va expressar de manera tan colpidora i encertada.

En el treball inèdit dut a terme l'any 2006 per Jordi Carreras i Elena Druguet, “Estudi geològic de la zona de Tudela (entorn del Club Mediterráneo)”,



S'Àguila del pla de Tudela. Aflorament de roca roja pegmatítica damunt del substrat d'esquistos grisos, presidit per la silueta retallada coneguda com s'Àliga, és el punt més elevat de Tudela i un dels més emblemàtics. (Autora: Olga Aguado).

consultable al centre de documentació del Parc Natural de Cap de Creus, es descriuen entre cala Agulles i cala Culip fins a una cinquantena de punts d'interès geològic.

Interès		Punts d'interès geològic
Localitats més emblemàtiques, susceptibles de constituir un itinerari geològic paisatgístic destinat al públic en general	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Es Camell de Tudela Pegmatita bandada Zones de cisalla de cala Agulles (I) Complex migmatític de Tudela Plecs de la punta de la Dolça Tonalites dels esculls des pla de Tudela S'Àguila de Tudela Pegmatita del <i>Gran Masturbador</i> Xarxa de zones de cisalla de cala Culleró (I) Zona de cisalla de sa Ferradura
Localitats d'interès geològic i/o geomorfològic molt elevat	11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	Esquistos migmatítics de Tudela Zones de cisalla de cala Agulles (II) Zona de cisalla des corriol de la punta de la Dolça Tonalites de la platja de Tudela Zones de cisalla i roques calcosilicatades de cala Francalús Plecs a la quarsita de Culip Boudin en pegmatita Migmatites i zones de cisalla Xarxa de zones de cisalla de cala Culleró (II) Formes d'erosió alveolar i taffoni als esquistos al cap del Salt de Sa Nau
Localitats d'interès geològic i/o geomorfològic elevat	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Esquistos amb grans porfiroblastos de sa Tanca Plecs milonítics i panoràmica de l'illa de Portaló Migmatites de Tudela Formes d'erosió en pegmatites turmalíniques Dic de pegmatita amb estructures que semblen boudins Zones de cisalla afectant pegmatites amb plecs ptigmàtics i boudins Dics de pegmatita plegats Pegmatites del vessant nord de puig Culip Alienacions d'estirament en quarsita i esquistos Xarxa de zones de cisalla al pla de Culleró

Interès		Punts d'interès geològic
Localitats d'interès geològic i/o geomorfològic mig	31	Plecs ptigmàtics en esquistos migmatítics
	32	Pegmatita amb granat
	33	Roques calcosilicatades amb boudins al racó de sa Cova des Rector
	34	Esquistos migmatítics i pegmatites a l'est de la platja de Tudela
	35	Roques milonítiques de cala Francalús
	36	Estructures i formes d'erosió en pegmatites i esquistos
	37	Acumulacions de turmalina
	38	Plecs i crenulacions en esquistos
	39	Zona de cisalla discreta travessant un dic de pegmatita
	40	Zones de cisalla incipients en esquistos
Altres localitats d'interès geològic i/o geomorfològic	41	Estructures de les miques en pegmatites
	42	Forma d'erosió capritxosa en bloc de pegmatita
	43	Bandes milonítiques a cala Agulles
	44	Apòfisi leucogranítica plegada
	45	La quarsita de Culip
	46	Formes d'erosió en pegmatites
	47	Anastomosament de zones de cisalla
	48	Nivell calcosilicatat amb plecs isoclinals al pla de Culleró
	49	La llebre de cala Culip
	50	Filons leucogranítics amb esquistos amb bandat composicional

Taula 2: Punts d'interès geològic del paratge de Tudela (Parc Natural de Cap de Creus).
Font: Druguet&Carreras, 2006.

Elements geològics destacats de Tudela

Relacionats amb el rocam

- *Els esquistos*: roques metamòrfiques que deriven d'antigues roques sedimentàries (lutites, roques formades per llims i sorres molt fines) que han sofert una transformació (metamorfisme) de la seva composició mineral i de la seva textura, a causa de les altes pressions i temperatura a què han estat sotmeses. Els que apareixen al cap de Creus són d'edat cambro-ordovicià (es van formar fa uns 500 milions d'anys als inicis de l'era

Paleozoica) i corresponen a les roques més antigues que afloren a Catalunya. A Tudela els esquistos es combinen amb filons de roques blanques (pegmatites) donant lloc a unes morfologies particulars que caracteritzen aquesta zona.

- *Les pegmatites*: roques plutòniques (magmàtiques de tipus filonià), és a dir, provenen de magmes que es van refredar a l'interior de la Terra, ara fa uns 300 milions d'anys. Estan formades pels minerals: quars, mica, feldspats i granats, a més en aquestes es poden observar abundants acumulacions de turmalines negres. Les pegmatites es van intruir entre els esquistos del cap de Creus a finals de l'era Primària, i en aquest sector mostren els millors afloraments de Catalunya.

A la zona de Tudela apareix l'eixam de dics de pegmatites més desenvolupat de tot el litoral nord del cap de Creus de gran interès petrològic i mineralògic. Aquests dics presenten estructures tan internes com d'encaix excepcionals des del punt de vista d'estudi dels mecanismes d'emplaçament de magmes de zones profundes de l'escorça terrestre sotmeses a deformació.

- *Les tonalites*: roques magmàtiques de tipus plutònic (refredades a l'interior de la Terra), de color fosc, formades per quars, feldspat, biotita i amfibols (aquests dos darrers minerals són els que proporcionen el color fosc). Les tonalites són una litologia singular al cap de Creus, emparentades genèticament amb les pegmatites, es van intruir primer entre els esquistos

*Esquistos grisos i
pegmatites blanques
del racó de
Franalús.
(Autora:
Olga Aguado).*





Tonalites del pla de Tudela. Formen part dels esculls de Tudela i també es localitzen al sector més septentrional de la platja, sota el mirador de Pamperris. També apareixen al cap Gros. (Autora: Marta Puiguriguer).

durant l'etapa orogènica herciniana, seguidament es van intruir les pegmatites. Destaquen en el paisatge per la particular forma d'erosió més arrodonida que proporciona una morfologia de costa més suau.

Relacionats amb el metamorfisme

- *Les zones de cisalla i les bandes milonítiques.* Les roques del sector septentrional del cap de Creus han estat sotmeses a un intens procés metamòrfic, durant l'etapa de l'orogènia herciniana, que ha generat bandes d'intensa deformació que es coneixen com zones de cisalla. El cisallament de les roques genera bandes de roques milonítiques (de gra molt fi i foliació molt ben desenvolupada). Els afloraments que aquí apareixen corresponen a un dels millors exemples de Catalunya, i també a nivell mundial, d'estructures de deformació dúctil en roques metamòrfiques i també granítiques.

A cala Agulles es troba el màxim exponent de zona de cisalla del conjunt de roques metamòrfiques i ígnies de la península del cap de Creus (Carreras&Druguet, 2006). Les zones de cisalla constitueixen el valor més excepcional a nivell internacional de la geologia del cap de Creus.

Relacionats amb el procés erosiu:

*Zona de cisalla
de cala Culleró.
Les zones de cisalla són
antigues falles dúctils
(no arriben a trencar)
que es produïren en zones
profundes de l'escorça al
temps que es formava la
serralada de plegament
herciniana.
(Autora: Marta Puiguriguer).*



*Banda milonítica
de cala Agulles.
Pegmatita i esquistos
milonítics. Situats
principalment a la part
central de la zona
de cisalla.
(Autora: Marta Puiguriguer).*



La tramuntana i la humitat salina actuen de manera inexorable sobre els esquistos i les pegmatites del cap de Creus, generant una costa retallada amb siluetes curioses que són resultat del capritxós procés d'erosió diferencial de les roques. La manca de vegetació espessa i de sòls determina que es generi un paisatge rocallós en el qual totes les característiques de les roques es mostren de forma excepcional.

• *L'erosió alveolar dels esquistos i l'erosió tipus taffoni de les pegmatites: un fet singular del cap de Creus és la intensitat de l'erosió alveolar dels*

esquistos i de l'erosió de tipus taffoni en les granodiorites i les pegmatites. Aquestes formes d'erosió són el resultat de l'acció de l'aigua i també del vent. L'aigua de mar afecta especialment les roques formades per agregats minerals, ja que l'aigua del mar que arriba a través de l'onatge, el vent o la humitat, en evaporar-se precipita la sal, augmenta de volum i aquesta actua com una falca. Si els cristalls de sal es dipositen en esquerdes, l'acció és més forta i s'originen les cassoles d'abrasió o taffoni. Tant l'erosió alveolar com els taffoni poden arribar a produir un grau d'erosió important, tot formant-se petites coves al llarg de tot el litoral, tot i que les coves són especialment importants en els penya-segats calcaris marmoritzats del cap Norfeu o en les zones de cisalla, com la cova de s'Infern. L'erosió també modela les roques generant formes tan curioses i conegudes com la des Camell, Àliga, la Rata, el Conill, la Llebre o els Goril·les, entre moltes altres exposades a la imaginació de cadascú per poder-hi veure les formes més diverses.



*El Camell del pla de Tudela.
El filó de pegmatita més extens
del cap de Creus.
Erosió tipus taffoni.
(Autora: Olga Aguado).*



*S'Àliga del pla de Tudela.
Pegmatita retallada per l'erosió
que dona lloc a una silueta que
recorda una àliga.
(Autora: Olga Aguado).*

*Esquistos de Francalús:
erosió alveolar o en forma de
nius d'abella sobre els esquistos.
(Autora: Olga Aguado).*



UNA DECONSTRUCCIÓ SENSE PRECEDENTS: DEL CLUB MEDITERRANÉE A TUDELA

El litoral nord del cap de Creus va romandre aliè a la mà transformadora de l'home fins a la meitat del segle passat, aquest era un dels darrers trams litorals catalans totalment verges. L'explosió turística esdevinguda a partir dels anys cinquanta va portar a la construcció del Club Med, o Club Méditerranée, per part d'un grup francès. El resort del cap de Creus va obrir portes el 1962 i durant 42 anys va ser una ciutat de vacances amb un seguit d'instal·lacions en forma d'urbanització autònoma (370 bungalows d'una planta i diversos serveis com ara un port, restaurants o instal·lacions esportives, magatzems, piscina, bar, etc.) a la zona de Tudela. En aquells temps, a l'any 1950, Gerard Blitz, a la platja mallorquina d'Alcúdia, ja havia instal·lat el primer Club Med sota l'objectiu principal de "desenvolupar el gust per la vida a l'aire lliure i la pràctica de l'educació física i l'esport". Actualment existeixen uns 80 resorts en enclavaments naturals privilegiats repartits per tot el món. Molts d'aquests reben moltes crítiques des de diferents sectors socials per l'autosuficiència i per l'aïllament de l'entorn social en el que es troben. El projecte del Club Méditerranée comença amb la redacció del Pla general d'ordenació de la finca les Rabasses redactat per l'arquitecte Pelayo Martínez juntament amb Jean Weiler, arquitecte del Club Med. En aquell moment, a l'any 1962, l'espai no disposava de cap figura de protecció territorial.

L'any 1992, el cap de Creus és declarat espai d'interès natural pels seus valors geològics, ecològics, paisatgístics, botànics i d'interès cultural (Decret 328/1992, d'aprovació del Pla d'Espais d'Interès Natural – PEIN). Amb la creació del Parc Natural (Llei 4/1998, de protecció de Cap de Creus) el Club Méditerranée

quedava inclòs com a zona d'ordenació específica en una de les dues reserves naturals integrals terrestres (en aquell moment només n'existien cinc en tot Catalunya, repartides entre el cap de Creus i els Aiguamolls de l'Empordà).

L'any 2005, el Ministeri de Medi Ambient signa el contracte d'expropiació (compravenda) de la finca de Tudela i paga 4,43 milions d'euros als propietaris del Club Med, amb l'objectiu d'eliminar la urbanització i integrar-la al parc. El Govern de la Generalitat, l'any 2006, va aprovar definitivament el Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge del Parc Natural de Cap de Creus, segons el qual es delimita la zona de s'Agulla – es Camell, on hi havia el Club, com a zona d'ordenació específica i en determina la restauració ambiental tenint en compte que es tracta d'un espai transformat envoltat per una reserva natural integral (màxima figura de protecció a Catalunya). D'acord amb la normativa del pla especial, l'activitat del Club Med passa a ser 'inadequada' amb els nous criteris d'ordenació, ús i de respecte al medi. En aquest context, des de l'estiu de 2003, el Club Med no obre al públic, si bé manté el personal.

El setembre de 2006 el Departament de Medi Ambient i Habitatge va executar les primeres proves de l'enderroc del Club Med. Es van enderrocar cinc bungalows i es va comprovar que el sòl, de gran valor geològic, quedés totalment net i sense formigó, fins a garantir-ne l'estat original. L'any 2007, el Ministeri de Medi Ambient va realitzar els treballs de deconstrucció de les instal·lacions de les diferents cales i platgetes del Club.

L'any 2010, el Ministeri de Medi Ambient i el Departament de Medi Ambient i Habitatge, a partir d'un protocol de col·laboració signat l'any 2007, finalitzen l'enderrocament minuciós de la urbanització, mitjançant l'empresa TRAGSA, que costa 7 milions d'euros (4 pagats per la Generalitat i 3 pel Ministeri) i genera 35.000 m³ de runa. L'enderroc anava a càrrec de l'Estat i la gestió de la runa i la recuperació mediambiental de l'espai va ser responsabilitat de la Generalitat (finançat i executat per Gestora de Runes de la Construcció, mitjançant un conveni de col·laboració empresarial). Les actuacions han culminat amb la creació d'itineraris per a visitants, que inclouen miradors i aparcament. També s'ultima l'extracció d'espècies vegetals invasores per tal de recuperar els hàbitats que els són propis.

El projecte de restauració ambiental ha consistit en tres actuacions bàsiques:

- La deconstrucció de la pràctica totalitat de les edificacions, 443 construccions, dels espais pavimentats, les explanacions i la vialitat. La part urbanitzada sobre la que s'ha deconstruït correspon 10,4 ha i la superfície global del projecte de restauració a 40 ha.

- L'eliminació de les plantes invasores, majoritàriament unglia de gat o bàlsam (*Carpobrotus sp.*), *Gazania sp.*, figuera de moro (*Opuntia sp.*) i atzavara (*Agave sp.*). S'estima que abans d'iniciar el projecte de restauració les plantes invasores ocupaven una superfície de 67 ha (si les concentréssim amb un recobriment del 100% ocuparien unes 22,5 ha). Un cop finalitzat el procés, el volum de residus extrets al final és d'unues 3.000 tones. Posteriorment s'ha dut a terme la restauració dels hàbitats i de les comunitats vegetals autòctones, arbusts propis de les comunitats de cadequer litoral.
- L'adequació de l'accessibilitat, la visita i la difusió de l'espai en el marc de l'ordenació de l'ús públic: reordenació de l'aparcament, arranjament paisatgístic, adequació de camins lineals o circulars de diferent longitud, creació de punts de repòs i miradors.

La deconstrucció del Club Méditerranée marca una fita històrica en el nostre país, poc acostumat a dur accions amb finalitat purament ambiental,



Restauració de la Gran Sala al pla de Tudela.

Font: Parc Natural de Cap de Creus. (Autor: Parc Natural de Cap de Creus).



Procés d'extracció de flora exòtica invasora, en aquesta imatge hi domina el bàlsam (Carpobrotus sp). (Autor: Parc Natural de Cap de Creus).

i menys encara si l'eix central és la recuperació del valor geològic. Per aquest motiu ens hem de sentir satisfets que una acció com aquesta s'hagi pogut tirar endavant en el nostre territori.

RUTA GEOLÒGICA PER TUDELA

Si teniu l'oportunitat d'anar a Tudela, sense massa pressa, podreu gaudir de l'*impacte* geològic i paisatgístic d'aquest espai, al llarg dels recorreguts i miradors que s'han condicionat es poden descobrir petits i grans tresors que la natura, amb l'ajut del pas del temps, ha anat deixant.

Per arribar a Tudela cal seguir la carretera que des de Cadaqués condueix a la punta del cap de Creus, a 2 quilòmetres abans d'arribar al far, al bell mig de la reserva natural integral de la punta del cap de Creus, hi ha el trencall a mà esquerra que condueix fins a la zona d'estacionament de Tudela. Des d'aquest punt s'inicia l'itinerari pedestre (el número 17) que arriba fins a Culip,

al llarg del camí, de 2 quilòmetres d'anada, hi ha diverses desviacions que a través d'una xarxa de corriols secundaris indicats ens permetran descobrir les raconades de Tudela. A continuació es facilita una taula que resumeix els principals punts de la ruta a peu per Tudela, amb les característiques més remarcables de cara a conèixer el valor geològic d'aquest paratge.

Parada 1: Mirador des Camell	
Accés:	Dificultat mitjana. Des de l'aparcament, al costat dels tòtems que hi ha a l'entrada de Tudela, parteix un recorregut de cinc minuts fins al mirador des Camell, des d'on podrem veure el conjunt de l'espai, a excepció del mateix Camell que queda a l'esquerra.
Elements d'interès:	I. Panoràmica del pla de Tudela. II. Vista del conjunt dels afloraments d'esquistos i pegmatites.
Parada 2: Mirador de la Gran Plaça	
Accés:	Dificultat baixa. Des de l'aparcament, cal seguir la via ferma fins aquest mirador anomenat de la Gran Sala, en record a Josep Pla que va descriure aquest paisatge "...com una immensa prestatgeria anomenada la Gran Sala..."
Elements d'interès:	I. Exposició sobre els valors naturals del paratge de Tudela i la seva història. II. Formes d'erosió de la pegmatita: s'Àliga.
Parada 3: Mirador de l'illa de Portaló	
Accés:	Dificultat baixa. Des de la via ferma, s'ha de trencar a mà esquerra fins aquest mirador. El camí fins al mirador és de cinc minuts.
Elements d'interès:	I. Vista a l'illa de Portaló. Illot d'esquistos grisos que emergeix del mar i que es pot observar emmarcat entre les pegmatites blanques de la costa. II. Formes d'erosió, taffoni en pegmatites, i alveolars en esquistos. III. Cala Agulles. Observació i identificació de les zones de cisalla (millor exemple de morfologia condicionada per una zona de cisalla) i de les bandes milonítiques (pegmatites milonítiques i esquistos milonítics). La baixada a cala Agulles és a través d'unes escales i només es recomana a grups petits sense dificultats per caminar i que mostrin un gran interès per l'observació d'aquests detalls geològics.

Parada 4: Mirador de Pamperris	
Accés:	Dificultat mitjana. Des de la via ferma, s'ha de trencar a mà esquerra fins aquest mirador. El recorregut d'uns quinze minuts és circular.
Elements d'interès:	<ul style="list-style-type: none"> I. Vista del pla de Tudela i de s'Àliga. II. Tonalites del pla de Tudela i dels esculls. III. Cristalls de turmalina de grans dimensions en les pegmatites. IV. Formes d'erosió curioses de tipus taffoni en pegmatites. V. Formes d'erosió alveolar i d'agulles en els esquistos. VI. Punta de la Dolça. Observació i identificació dels plecs de les roques calcosilicatades i els marbres de la punta de la Dolça i del racó de sa cova des Rector.
Parada 5: Racó de Francalús	
Accés:	Dificultat baixa. Des de la via ferma.
Elements d'interès:	<ul style="list-style-type: none"> I. Observació de les pegmatites i els esquistos. Formes d'erosió: el conillet, la parella de Gorilles, entre d'altres formes (les formes estan en funció de la imaginació de cadascú). II. Observació de les zones de cisalla i de les bandes milonítiques. III. Observació de les roques calcosilicatades.
Parada 6: Cala Culleró	
Accés:	Dificultat baixa. Des de la via ferma.
Elements d'interès:	<ul style="list-style-type: none"> I. Observació de les pegmatites i els esquistos. Formes d'erosió: roca cavallera ("El Gran Masturbador"), el voladís, entre d'altres. II. Observació de la xarxa de zones de cisalla i de les bandes milonítiques. III. Nivells de roques calcosilicatades plegades.
Parada 7: Cala Culip	
Accés:	Dificultat baixa. Des de la via ferma. Punt final del recorregut.
Elements d'interès:	<ul style="list-style-type: none"> I. Observació de la xarxa de zones de cisalla en esquistos. II. Observació de les pegmatites i els esquistos. Formes d'erosió: la Llebre (o el Pensador). III. Observació de minerals a la pegmatita de Culip: quars feldspat, moscovita, biotita, turmalina, granat. IV. Quarsita de Culip.

Xarxa d'itineraris del Paratge de Tudela i Punta del Cap de Creus

Itinerari 17

Itinerari principal:
 Du Franciscos / Roc de l'Espol / Cap de Creus

Itineraris secundaris:
 - Masador de l'illa de Portada
 500 m / 20' / altitud mitja
 - Reborn nec de Franciscos
 600 m / 30' / altitud mitjana

Baranès guai:



- Sender a Culip
- Itinerari 15: punta de Cap de Creus
- GR-11 Transpirançna
- Camí de Ronda

Carretera

I-1

1 Pont d'informació

2 Aparcament



Mapa de la Xarxa d'itineraris pedestres del paratge de Tudela.
 Font: Parc Natural de Cap de Creus.



Marta Puiguriguer al costat d'una pegmatita amb erosió singular que s'ha fet visible gràcies a les obres de deconstrucció del Club Med. (Autor: Josep M. Dacosta).

Les edificacions del Club Med, durant 40 anys, van ocupar un espai geològic únic creat fa més de 350 milions d'anys. Ara, després de l'execució del projecte de deconstrucció i restauració ambiental, la geologia en forma de "bèstia" torna a lluir exposada a la tramuntana i a la Mediterrània. Com va suggerir Dalí és feina de tots venerar-la.

BIBLIOGRAFIA

- CARRERAS, J.; DRUGUET, H., "Espai natural de Cap de Creus. Informe Geològic". Inèdit, 1993.
- CARRERAS, J.; DRUGUET, H., *Comunicaciones de la III reunión nacional de Patrimonio Geológico. Patrimonio geológico en zonas antropizadas: ejemplos de la Costa Brava*. Girona, setembre de 1997, Lluís Pallí, Jordi Carreras, editores, pàg. 19-23.
- CARRERAS, J.; DRUGUET, H., "Estudi Geològic de la Zona de Tudela (entorn del Club Mediterráneo)" – Parc Natural del Cap de Creus. Departament de Geologia Universitat Autònoma de Barcelona, 2006.
- CARRERAS, J.; DRUGUET, H., "Inventari d'espais d'interès geològic a Catalunya, Extrem oriental de la península del Cap de Creus". Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya i Departament de Geologia. Universitat Autònoma de Barcelona. http://www.gencat.net/mediamb/pn/inventari_geotops.htm, 2006.
- DACOSTA, J.M.; PLUJÀ, A., *Guia de Cap de Creus*. Triangle Postals, 2003.
- FELIU, P.; LLORET, J.; RIERA, V. -coordinadors-. Actes de les primeres i segones Jornades del Medi Natural de Cap de Creus. Parc Natural de Cap de Creus. Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya, 2007.

- GUARDIOLA i ROVIRA, R., "Cala Culip. Cabo de Creus". *Revista de Girona*, 1962.
- MASDEVALL, J.M.; MIQUEL, A.; MUSQUERA, S., "La Península del Cap de Creus i la Serra Verdera". Actes de les IV Jornades de la Institució Catalana d'Història Natural. Institut d'Estudis Empordanesos, 1995.
- MUSQUERA, S. "Club Mediterranée. Intervenció en el paisatge del cap de Creus als anys 60". *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos*, 37 (2004), pàg. 311-342.
- PLUJA, A., *Estudi del Cap de Creus. La costa. Diccionari toponímic, etimològic i geogràfic*, 1996.
- PLUJA, A., *El Cap de Creus. 60 Itineraris de Portbou a Roses*. Gràfiques Alzamora, 2000.
- PUIGURIGUER, M., "Pla d'ús públic del paratge de Tudela". Parc Natural de Cap de Creus. Inèdit, 2010.

