

# GEOGRAFIA FÍSICA DEL GARRAF

1. Litologia
2. Geologia
3. Relleu
4. Clima
5. Hidrogeologia

## 1. LITOLOGIA

### Les roques

El coneixement de les roques és essencial per a l'estudi de la geologia i del relleu de Garraf.

« Roca » és un terme genèric amb què es designa tot material, conjunt de minerals, constituït de l'escorça terrestre, d'origen natural i generalment en estat sòlid. Les roques han estat classificades seguint criteris diferents. Normalment se solen dividir en tres grans grups: roques ígnies, roques sedimentàries i roques metamòrfiques.

Les **roques ígnies**, també anomenades magmàtiques, són les que s'han consolidat a partir d'un material fos o semifós (magma). Quan el magma s'ha solidificat, més o menys lentament, a l'interior de la Terra, són anomenades roques intrusives o plutòniques, com el granit. Si han sortit a l'exterior de l'escorça terrestre en forma de lava i s'han solidificat en superfície, llavors en diem **roques efusives**, extrusives o volcàniques. A Garraf només trobem roques ígnies intrusives, ben localitzades en alguns filons enmig dels materials paleozoics. El granit és abundant més cap al nord; n'hi ha a la serra de Collserola i tot al llarg de la serralada Litoral, a partir del Besòs cap al nord.

Les **roques sedimentàries** provenen de l'alteració i erosió de roques preexistents, els grans de les quals han estat transportats per l'aigua, el vent o el gel, i dipositats en un medi sedimentari. També inclouen les roques de neoformació, per precipitació química. Pràcticament tot Garraf és constituït per roques sedimentàries, i doncs, en tracto detingudament més endavant.

Les roques metamòrfiques són antigues roques ígnies o sedimentàries que han sofert una transformació deguda a una elevació de la temperatura o de la pressió o bé de totes dues alhora, amb la cristal·lització de nous minerals i d'adquisició de textures i estructures particulars. D'una manera estricta, a Garraf no hi ha roques metamòrfiques. Els materials paleozoics de la vall del Llobregat, marginals respecte a Garraf, han sofert un metamorfisme general més o menys intens. Els marbres, els esquistes, els gneis i les quarsites són roques metamòrfiques.

### Les roques sedimentàries

Les roques sedimentàries se solen agrupar en dos grans tipus: detrítiques i químiques. Les característiques de cada roca depenen del material originari en l'àrea de procedència, dels processos d'alteració o disgregació, dels mecanismes de transport i de l'ambient de l'àrea on s'ha dipositat. Això també està en relació amb els processos físics i químics de la transformació del sediment o diagènesi.

La diagènesi és el conjunt de processos, de canvis físics, químics i biològics, modificacions o transformacions, soferts per una roca sedimentària des del moment de la deposició fins que forma una roca coherent. En la diagènesi intervenen factors diversos, com la compactació, recristal·lització i cimentació.

Ciment és tota matèria que uneix els elements constituents d'una roca sedimentària. El ciment rebleix els espais intergranulars tot travant-ne els grans i conferint al sediment una coherència que abans no posseïa. El ciment pot ser carbonatat, és a dir, de calç o dolomia, silici, d'òxids de ferro o d'altres elements químics.

#### a) Detrítiques

Les roques sedimentàries detrítiques són constituïdes per fragments de roques preexistents, normalment units entre ells per un ciment. Se solen agrupar en tres grans classes segons la textura o la dimensió dels grans.

Són rudites quan els grans tenen un diàmetre superior a 2mm; arenites, entre 1/16 mm i 2 00, i lutites quan són d'un diàmetre més petit de 1/16 mm. Els noms de les roques i els límits de les seves dimensions en els llibres; la terminologia i les dimensions indicades són les més corrents.

Els palets o còdols de riu són rudites no consolidades, i els conglomerats, rudites consolidades. Els conglomerats són anomenats pudingues si els còdols o fragments grossos són arrodonits, i bretxes si són cantalluts. Però els còdols no han estat dipositats sols, sinó barrejats amb sorra, llims i argila.

Aquesta part més fina fa de pasta enmig dels còdols i és anomenada matriu. Un conglomerat es compon de còdols, matriu i ciment.

A Garraf hi ha pudingues en els nivells inferiors rogencs del Triàsic (conglomerats amb còdols de quars de Bruguers), i bretxes en els nivells inferiors del Juràssic.

Les sorres de platja i les dunes són arenites no consolidades, i els gresos arenites consolidades. Els gresos, ben presents a Garraf (gresos rogencs d'Erampunya i Bruguers), són roques detrítiques constituïdes per sorres consolidades, i, com els conglomerats, són constituïts per una matriu i un ciment. Els elements grossos són granets d'una grandària inferior a 2 mm de diàmetre, majoritàriament de quars. La matriu és constituïda per llims i argiles. El ciment pot ser carbonatat o silici (el ciment dels gresos de Bruguers és silici). Cal indicar que la textura de la matriu és relativa, en relació amb els elements més grossos.

Les argiles i els llims són roques de la classe de les lutites, sovint toves i poc resistents a l'erosió. Les argiles són rogenques per a la presència d'òxids de ferro, o negres, a causa normalment de la presència de matèria orgànica. Una pissarra és una lutita consolidada i comprimida, que sovint presenta una estructura fullada.

#### b) Químiques

Les roques sedimentàries químiques, o d'origen físico-químic, provenen principalment de la precipitació dels minerals dissolts amb l'aigua. Les més importants són les carbonatades (calcàries, dolomies), però també n'hi ha de silícies (silex), carbonades (carbons i olis minerals), salines (sal gemma, silvinita, guix), fosfatades o ferruginoses. A Garraf dominen les roques sedimentàries carbonatades d'origen químic: calcàries i dolomies. També hi ha margues, encara que més localitzades.

La calcària és una roca sedimentària carbonatada que conté més d'un 50 per cent de carbonat de calci ( $\text{CaCO}_3$ ). Les calcàries són formades essencialment de calcita, amb la qual es barregen elements detrítics, en poca quantitat, com la sorra, el llim i argila, o orgànics. Les calcàries tenen una duresa feble (es ratlla fàcilment amb un ganivet) i, en estat fred, fan efervescència (en surten bombolles de  $\text{CO}_2$ ), quan s'hi tira àcid

clorhídric diluït, fet que les diferencia de les dolomies, que en condicions normals no en fan.

Les calcàries solen contenir fòssils: d'ací ve la seva importància en els estudis geològics. Ben sovint són constituïdes per l'acumulació de closques calcàries i d'esquelets compactats i cimentats amb calcita.

La dolomia és una roca sedimentària carbonatada que conté més d'un 50 per cent de dolomita o carbonat de calci i magnesi,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . L'origen de les dolomies ha estat molt discutit i hom sol diferenciar les dolomies primàries de les secundàries. Les dolomies primàries són degudes a la precipitació directa de la dolomita, formades, al més sovint, a les llacunes litorals dels països càlids. Les dolomies secundàries, les més abundants, són degudes a la substitució total o parcial de la calcita de les calcàries per la dolomita, mitjançant un procés anomenat dolomitització. La dolomitització pot ser precoç, quan té lloc just durant la diagènesi; llavors sol tenir relació amb una circulació d'aigües riques en magnesi, més o menys càlides, per les fractures de la roca.

La dolomia fa poquíssima efervescència amb l'àcid clorhídric en fred; però això augmenta si la roca és polvoritzada o bé l'àcid és calent.

Entre les calcàries i les dolomies pures hi ha tota una sèrie de modalitats en relació amb la seva composició relativa. Es parla de calcàries dolomítiques quan tenen d'un 10 a un 50 per cent de dolomita.

Una roca emparentada amb la calcària és la marga. La marga és una roca sedimentària constituïda d'una barreja de calcària i d'argila. Fa transició entre les calcàries argiloses i les argiles calcàries. Així, es parla de calcàries margoses (d'un 5 a un 35% d'argiles), de margues (d'un 35 a un 65% d'argiloses) i de margues argiloses (d'un 65 a un 95% d'argiles). Les margues són menys compactes i més toves que les calcàries i no tan plàstiques com les argiles. Tenen aspecte terrós, són bastant friables i poc resistents a l'erosió. La marga fa efervescència en contacte amb l'àcid clorhídric diluït.

Les evaporites són roques sedimentàries químiques riques en clorurs i sulfats, els quals es dipositen per la precipitació de les sals deguda a unes concentracions elevades, producte de l'evaporació intensa de les aigües marines o continentals, dins d'unes conques de circulació restringida i poc profundes. Les sals se sedimenten en funció inversa a la seva solubilitat. En són exemples el guix, l'anhidrita, l'halita, la carnal·lina i la silvinita. Només el guix –sulfat de calci hidratat– és present a Garraf. Es localitza en el Muschelkalk mitjà i en el Keuper.

## **2. GEOLOGIA**

La geologia de Garraf ha estat estudiada des dels inicis de les recerques geològiques a Catalunya. Ja el 1897 J. Almera publicà el mapa geològic escala 1:40.000 del sector situat entre el riu Anoia i el mar, i l'any següent escrigué els resums d'unes excursions científiques fetes al massís de Garraf. Mes tard, N. Llopis Lladó, dins del conjunt de les seves recerques sobre els Catalànids, s'interessà d'una manera especial per Garraf, sobretot perquè sentia una gran afecció a les descobertes espeleològiques, de les quals en fou un gran promotor a Catalunya.

Un resum dels coneixements actuals sobre la geologia i litologia de Garraf ha estat publicat per l'Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en les memòries dels mapes geològics, concretament al full número 448 (Prat de Llobregat) escala 1:50.000, i el full número 42 (Tarragona), escala 1:200.000.

El sector amb materials triàsics ha estat molt ben estudiat per C. Virgili.

A grans trets Garraf és un massís compost d'una cobertora gruixuda i compacta de dolomies i calcàries del Juràssic i Cretaci, que reposen sobre les calcàries i gresos del Triàssic, els quals alhora es troben sobre els materials paleozoics. El conjunt del massís és inclinat o cabussa cap al sud-oest. A l'interior hi ha plecs i falles nombroses. Això,

afegit al caràcter extensiu de les calcàries i dolomies més superficials, en dificulta l'estudi estratigràfic.

## **El sòcol paleozoic**

El perfil geològic permet d'observar que Garraf presenta una estructura de conjunt cabussat cap al sud-oest, de manera que les capes de les roques més antigues, pertanyents al Paleozoic, només afloren en el marge oriental del massís, en plena vall del Llobregat, a la franja entre Gavà i Sant Boi, cap a Pallejà i Martorell. Més cap a l'est, el Paleozoic desapareix tapat pels al·luvions i d'altres materials quaternaris i terciaris, que tornen, però, a aflorar a la serra de Collserola. Cap a l'oest, els materials paleozoics s'enfonsen progressivament sota les roques del Mesozoic.

Molt a grans trets, el Paleozoic és constituït per les micacites, filites i els esquists quarsosos de l'Ordovicià, les filites, sericites i quarsites amb graptòlits del Silurià, les calcàries noduloses amb *Orthoceras* i els calcosquists amb *Tentaculites* del Devonian, i les quarsites, els esquists arenosos, les lidites, calcàries i els conglomerats del Carbonífer. El conjunt del Paleozoic es presenta com un tot complex, ple de fractures i plecs nombrosos i alguns encalçaments. Cal tenir present que aquests materials han sofert els efectes de dues grans orogènies, l'herciniana i l'alpina, i d'un metamorfisme general més o menys intens.

El Paleozoic que aflora en el marge oriental del massís de Garraf correspon a les roques de l'Ordovicià i el Silurià; el Devonian i el Carbonífer pràcticament només afloren en una franja allargassada entre Gavà i Bruguers. La carretera que uneix aquests dos punts talla el front d'encalçament dels materials devonians, més antics, sobre els del Carbonífer, més recents.

## **La cobertura triàsica**

Sobre els materials paleozoics es dipositaren, discordants, els conglomerats i gresos del començament del Triàsic, i posteriorment argiles, calcàries i dolomies del mateix període. El Triàsic, se sol dividir en tres estats, tots tres presents a Garraf: el Buntsandstein, el Muschelkalk, i el Keuper. Tots tres són d'una litologia característica que permet de diferenciar-los sobre el terreny amb una relativa facilitat, bé que, com a tot Garraf, les nombroses falles que disloquen les capes en fa difícil el seguiment en alguns indrets.

### *El Buntsandstein*

Els turons amb materials paleozoics que voregen la vall del Llobregat es troben coronats per un conjunt de cingles rogencs, més o menys visibles des de Castelldefels fins a Sant Andreu de la Barca i Castellví de Rosanes. Són ben vistents entorn de Bruguers, on l'espadau cau quasi vertical des del castell d'Eramprunyà fins a l'ermita de Bruguers. Es tracta d'un front de cuesta fracturat en punts diferents, fet que determina la seva irregularitat en el relleu.

Aquestes roques rogencs corresponen a un moment de la història geològica anomenat Buntsandstein, estatge inferior del Triàsic, primer període del Mesozoic. El Buntsandstein és constituït per roques d'origen continental, o sia, dipositades en un continent, d'on prové aquest seu color rogenc. El Buntsandstein reposa discordant sobre el Paleozoic, fet que indica que entre la sedimentació paleozoica i la triàsica hi hagué un període d'erosió i de moviments tectònics.

Cal tenir present que a la darreria del Paleozoic tingué lloc l'orogènia herciniana, que, a més d'altres fenòmens es manifestà amb l'aixecament dels materials sedimentats anteriorment, que es plegaren, i amb la intrusió granítica; aquesta intrusió no afecta

directament Garraf, però els granits són presents a Collserola. El relleu emergit resultant es veié afectat per un llarg procés de denudació i erosió, que l'arrasà, tot modelant superfícies suaus o no peneplana. La Calma del Montseny, per exemple, n'és una resta. A Garraf no n'hi ha restes visibles, però se sap que al damunt s'hi dipositaren els materials triàsics, que la fossilitzaren. En denudar-se progressivament la cobertora triàsica hauria d'aparèixer la peneplana, però succeeix que, a mesura que la cobertora triàsica s'erosiona i desapareix, la peneplana que va apareixent també es va destruint tot evolucionant cap a un relleu de turons amb carenes estretes, vessants força inclinats i valls ensotades, tal com són els actuals turons paleozoics, sobre el quals hi hagué una peneplana.

La base del Buntsandstein és constituïda per un conglomerat ben identificable per l'abundància de còdols blancs arrodonits i allisats de quars, enmig d'altres de quarsites i llicorelles, i d'una pasta sorrenca de color rogenc que fa de matriu. Per sobre hi ha nivells de conglomerats amb nivells, cada vegada més nombrosos, de gresos. Els conglomerats tenen molt sovint còdols petits. Arriba un punt on pràcticament només hi ha gresos amb lleties o nivells molt prims de microconglomerats.

El gresos, a vegades, presenten una estratificació creuada, és a dir, amb capes compostes de llits elementals disposats obliquament en relació amb els límits de la capa.

Progressivament les capes dures de gresos i conglomerats passen a nivells més argilosos, no tan compactes, situades per sobre del cingle. Les argiles primer són rogenques i després verdoses.

### *El Muschelkalk*

Les argiles de la darrera del Buntsandstein ja denoten la tendència d'un canvi en les condicions ambientals de sedimentació. D'unes condicions clarament continentals es va passant a unes condicions marines, que caracteritzaren un primer moment del Muschelkalk, o segon estatge del Triàsic. El Muschelkalk se subdivideix en inferior, mitjà i superior; el primer i el darrer es caracteritzen per una sedimentació marina amb calcàries i dolomies, i el segon unes condicions continentals amb argiles i guixos.

El Muschelkalk inferior correspon a un moment en què les aigües marines envaïren els gresos i les argiles de l'estatge anterior. Es constituït per dolomies grises i calcàries en massa amb alguns nivells amb nòduls de sílex.

Però després hi hagué una regressió marina, és a dir, les aigües del mar se'n retiraren, tot deixant al descobert les dolomies del Muschelkalk inferior, sobre les quals es dipositaren argiles rogenques amb algun nivell de gresos argilosos, de caràcter continental, que defineixen el Muschelkalk mitjà.

Però de nou una transgressió marina féu que les aigües ocupessin el territori on es sedimentaren altra vegada dolomies i calcàries en massa pròpies del Muschelkalk superior.

Aquesta alternança litològica és ben reflectida en el relleu actual. Les calcàries i les dolomies han donat lloc a relleus abruptes, a vegades cingles, i les argiles han configurat uns relleus suaus, bé que la tectònica ha trastocat la successió normal dels estrats.

### *El Keuper*

Sobre els materials del Muschelkalk superior se solen trobar restes de roques del Keuper, tercer estatge del Triàsic. És constituït per nivells margosos: calcàries margoses, margues groguenques i al final margues guixenques bigarrades. El Keuper és poc estès a Garraf, fins els nivells margosos guixencs solen no trobar-se en alguns indrets.

## **La cobertura Juràssico-cretàcia**

Sobre les margues del Keuper hi ha una sèrie molt compacta de dolomies i calcàries d'un gruix superior a mil metres. Si bé la presència d'aquesta cobertura ha estat estudiada i delimitada des d'antic, sobretot a partir del mapa geològic d'Almera, publicat el 1897, la datació ha estat objecte de discussió llarga fins no fa gaire. N'ha estat la causa l'escassetat de fòssils de macrofauna. Alguns autors creien que el paquet de dolomies i calcàries pertanyia en bloc al Cretaci. Els estudis més recents de la microfauna fòssil han fet possible de diferenciar-ne uns nivells inferiors dolomítics, pertanyents al Juràssic, i uns de superiors calcaris clarament del Cretaci. L'àrea ocupada per aquestes dolomies i calcàries constitueix el Garraf més estricte i característic.

### *Els materials juràssics*

El Juràssic és constituït per un gran paquet de dolomies negres, ben perceptibles en el paisatge per la seva tonalitat més fosca respecte a les calcàries blanques i grises del Cretaci.

Les dolomies solen ser compactes i fètides i donen lloc a relleus superficials d'aspecte ruïniforme, com a la regió de les Agulles. Cal recordar les Dolomites dels Alps, muntanyes constituïdes essencialment per dolomies i modelades amb un relleu ben esquerp i abrupte.

A la base de les dolomies juràssiques i sobre els materials del Keuper hi ha uns nivells de bretxes, conglomerats amb còdols cantelluts. El gruix d'aquestes bretxes és molt variable, encara que poques vegades passa de 10 metres. Els còdols són originaris de les calcàries i dolomies del Muschelkalk, i la seva presència ha estat objecte de nombroses discussions. Hom creu que entre la sedimentació del Keuper i del Juràssic hi hagué un període d'erosió que denudà part dels materials del Keuper.

### *Els materials cretácis*

El Cretaci de Garraf es caracteritza per unes capes potents i extenses de calcàries, que afloren en bona part del massís.

A la darrera del Juràssic ja dominaren unes condicions lacustres amb la formació de dolomies laminars amb bancs de calcàries grises. En alguns indrets la sèrie juràssica passa progressivament a la cretàcia. D'altres s'hi intercala un nivell de bretxes, semblant al de la base del Juràssic, encara que menys desenvolupat.

El Cretaci és constituït bàsicament per un gran nivell de calcàries compactes, d'un color gris clar, de pàtina blanca i amb la intercalació d'algun nivell dolomític. A la part superior del Cretaci hi ha nivells de margues grises i groguenques o blavoses. Aquestes margues constitueixen indrets pocs inclinats, sovint conreats, sobretot entre Vallcarca, Campdàsens i Jafra.

## **L'orogènia alpina i els materials terciaris**

La regressió marina de la darrera del Cretaci deixa el conjunt de Garraf emergit fins al Miocè. Malgrat tot, durant aquest llarg període sense sedimentació destacable ocorren fenòmens geològics de gran importància, tant per a Garraf, com per a totes les serralades catalanes i el Pirineus. Durant l'Eocè i fins al Miocè té lloc l'orogènia alpina;

en resulten les estructures bàsiques del relleu actual de Catalunya, que modifiquen radicalment l'ambient geològic existent fins aleshores.

Uns dels resultats és la individualització del bloc de Garraf, separat, per un sistema de falles, de la depressió Pre-litoral, de la vall del Llobregat i del mar. L'interior el bloc de Garraf es converteix en un autèntic mosaic tectònic, on és difícil seguir amb detall l'estratificació normal esmentada anteriorment.

La representació de totes les falles és pràcticament impossible, vist que són en nombre molt elevat. Algunes són simplement un trencament d'una part de la massa rocosa amb un desplaçament petit, de pocs metres, a vegades tot just d'uns centímetres. D'altres són dislocacions més importants, amb desplaçaments relatius de molts metres i al llarg de quilòmetres. El caràcter compacte de la roca i la uniformitat, litològica en capes molt potents fa que, malgrat que són nombroses les falles, son força difícils de copsar per part dels no entesos. Només quan hi ha una alternança clara de les capes i el contrast és fort en el mateix pla de falla, un excursionista normal la pot endevinar.

A conseqüència de la formació d'algunes depressions, es dipositaren nous materials al fons d'aquestes. La sedimentació més important té lloc al llarg de la fossa del Penedès, on al llarg del Miocè s'acumula un gran gruix d'argiles, gresos i conglomerats. A l'interior del massís es formaren petites fosses, on també es van dipositar materials miocènics, els quals possiblement cobriren bona part de Garraf. Una d'aquestes fosses on encara resten materials miocènics és la d'Olesa de Bonesvalls. Després del Miocè continuaren les manifestacions tectòniques que acabaran de definir l'esquelet del relleu actual.

A mitjan Pliocè tingué lloc una petita transgressió marina, que afectà la vall del Llobregat, on es formà una ria estreta i allargada, d'uns 20 km, fins a Castellbisbal. Al seu fons es dipositaren argiles, margues, gresos i conglomerats. Quan se'n van enretirar les aigües, a la darrereria del Pliocè, s'establí la xarxa hidrogràfica, i el Llobregat anà modelant, al llarg del Quaternari, diferents nivells al·luvials i la plana deltaica, fins al relleu actual.

### **3. RELLEU**

El massís de Garraf es presenta, en conjunt, com un bloc individualitzat, inclinat cap al sud-oest. El detall és extraordinàriament més complex i no és gens fàcil endevinar-ne tots els mecanismes locals. Una visió primera del mapa geològic és suficient per entendre que el bloc de Garraf és un mosaic tectònic ple de fractures i dislocacions, cosa que dificulta el seguiment de l'estratigrafia, sobretot tenint en compte el caràcter compacte de les calcàries.

La morfologia de Garraf està en relació amb les tres grans unitats estratigràfiques: el sòcol paleozoic, la cobertura triàsica i la cobertura juràssico-cretàcia. Les dues primeres resten localitzades al sector oriental del massís.

L'estructura general de Garraf, amb l'aixecament relatiu del sector oriental i l'encaixament del Llobregat, sens dubte ajudat per factors tectònics, ha estat ben esquematitzada en el perfil geològic. El sòcol paleozoic resta descobert en la franja entre el curs del Llobregat i el massís de Garraf. Hom pot pensar que la denudació dels materials triàsics ha anat deixant al descobert la peneplana pre-triàsica. Aquesta peneplana, de la qual es pot endevinar alguna resta, ha estat dissecada pels torrents que menen cap al Llobregat, tot modelant les formes dels turons i torrents actuals.

La duresa del conglomerats, gresos i calcàries de la base de la cobertura triàsica ha determinat la formació d'un relleu en cuesta, repetit dues o tres vegades, segons els indrets. Diferents falles transversals han trencat la continuïtat i regularitat d'aquestes cuestas, ja sia atenuant-los en el paisatge ja sia destacant-les. El nivell detrític rogenç del Buntsandstein és el que constitueix el cingle més destacat entre Gavà i Begues.

Sobre els gresos sol trobar-se un replà, determinat per les argiles i margues de les darreries del Buntsandstein, sobre el qual hi ha un altre cingle, aquest constituït per les calcàries del Muschelkalk inferior. Després del replà determinat pels materials tous del Muschelkalk mitjà, hi ha un nou relleu abrupte corresponent a les calcàries i dolomies dures del Muschelkalk superior. Com ja s'ha indicat, aquest esquema es troba sovint modificat per falles que atenuen el gradient estratigràfic normal, o, com succeeix en algun indret, dupliquen la cuesta per un mateix nivell estratigràfic.

La cobertora juràssico-cretàcia constitueix també algunes cuestas i ha estat afectada per una primera base tectònica de plegament i una segona fase de fractures i dislocacions, quasi sempre independents dels plecs; els plecs han quedat com a detalls menors davant la tectònica de falles posteriors, les quals determinen els trets bàsics del relleu actual. Llopis Lladó és qui ha estudiat aquesta estructura i ha descrit diferents superfícies d'erosió, força visibles sobre els materials juràssico-cretàcics. Llopis parla, per exemple, d'una superfície d'erosió al sector meridional de la Morella, al pla de les Basses i al puig d'Olla. Aquests relleus es presenten suaument inclinats vers el sud, donant la sensació d'una superfície perfecta entre els 460 i els 350 metres, on queden brusquement tallats per un vessant abrupte que mena cap a barrancs o fondos profunds i encaixats.

### El relleu càrstic

El relleu més destacat del paisatge de Garraf és el modelat càrstic. El relleu càrstic és el propi de les regions calcàries on l'acció erosiva de l'aigua s'exerceix principalment mitjançant fenòmens de corrosió superficial i subterrània de les calcàries, tot originant unes formes de relleu específiques i uns determinats fenòmens de circulació hídrica. Per extensió, també s'anomena càrstic tot relleu caracteritzat per processos de corrosió de les roques gipsoses (gruix) i salines.

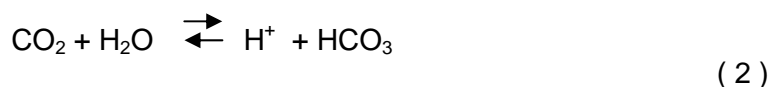
#### *La carstificació*

La carstificació és el conjunt de processos que originen un relleu càrstic. La carstificació és variable segons el clima de l'indret, l'abundor d'aigua i de diòxid de carboni i també segons les característiques físiques i químiques de les roques.

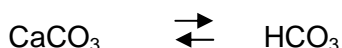
El fenomen principal en la carstificació és la dissolució de les roques calcàries. Però en condicions normals el carbonat de calci ( $\text{CaCO}_3$ ) és ben poc soluble en l'aigua. Cal que l'aigua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) tingui una certa acidesa perquè el procés de dissolució de les calcàries s'arribi a produir. Aquesta acidesa s'aconsegueix quan el diòxid de carboni o anhídric carbònic ( $\text{CO}_2$ ), procedent de l'atmosfera o de la fermentació de la matèria orgànica, es barreja o dissol en l'aigua, cosa que dóna lloc a l'àcid carbònic ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ):



Però aquest àcid sempre és dissociat en estat iònic, de manera que la reacció es pot expressar més exactament com:



Ahora la calcita també pot dissociar-se en un estat iònic de la manera següent:





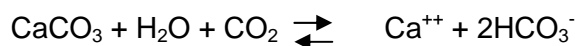
( 3 )

Però l'ió  $\text{CO}_3^-$  = produït reacciona ràpidament amb l'ió  $\text{H}^+$  format quan el  $\text{CO}_2$  és dissolt en l'aigua (2), de manera que la dissociació de la calcita també pot produir un ió bicarbonat:



D'aquestes reaccions hom en dedueix que la dissolució de la calcària es produeix al voltant del sistema químic  $\text{CaCO}_3 - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ . Aquest sistema és extremadament complicat i els seus mecanismes són molt més complexos que no demostraria una anàlisi inicial. Cal tenir present que ara no tractem d'una reacció simple que produeix la solució de la calcita, sinó d'un procés que inclou tota una sèrie de reaccions reversibles i mútuament interdependents, que actuen a nivells diferents, cadascun regulat per forces diverses d'equilibri; el resultat de tot aquest procés és la corrosió de la calcària o la formació d'una roca nova per precipitació dels carbonats.

Ací només hem indicat els trets més generals del procés. D'una manera sintètica hom en pot resumir el procés en la fórmula general següent:



L' ió bicarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) és derivat de dues reaccions diferents, tal com s'ha indicat en (2) i (4).

En l'equació (4) la reacció de l' ió carbonat (procedent de la dissolució de  $\text{CaCO}_3$ ) i de l' ió hidrogen (procedent de la dissolució de  $\text{CO}_2$  en l'aigua) produeix un desequilibri entre la pressió parcial del  $\text{CO}_2$  de l'aire en contacte amb l'aigua i la de l'aigua. Aquest desequilibri ocasiona una entrada de  $\text{CO}_2$  procedent de l'aire en l'aigua, i això permet una ulterior dissolució de la calcària.

Totes les reaccions esmentades es produeixen en tots dos sentits en funció de les condicions ambientals, especialment del contingut de  $\text{CO}_2$  i de la temperatura. Una aportació de gas carbònic es tradueix en la formació de bicarbonat, ben soluble en l'aigua; hi haurà corrosió. En canvi, una sortida de gas carbònic menarà a una reacció inversa, és a dir, una descomposició del bicarbonat amb la separació del gas carbònic i la deposició del carbonat de calci: hi haurà precipitació. Ambdós fenòmens, corrosió i precipitació, poden alternar-se molt ràpidament en el temps i en l'espai, en funció de les modificacions del medi, moltes vegades aparentment poc importants (contingut de  $\text{CO}_2$ , temperatura, pressió).

L'aigua superficial en contacte amb l'aire, el qual sempre conté una quantitat més o menys elevada de  $\text{CO}_2$ , dissol certa quantitat de  $\text{CO}_2$ , de manera que la pressió parcial del gas dissolt és proporcional a la de l'atmosfera superior. Quan l'aigua s'infiltra i penetra pels nivells edàfics, rics en matèria orgànica, s'enriqueix en  $\text{CO}_2$ . Com més anhídric carbònic contingui l'aigua més corrosió ocasionarà al llarg del seu recorregut per les esquerdes superficials de la roca. Per això, sota climes càlids i humits, on l'aportació de matèria orgànica és abundant i la descomposició és ràpida, de manera que l'alliberament de  $\text{CO}_2$  és màxim en el sòl, l'acció corrosiva de l'aigua és molt intensa.

L'aigua de la pluja infiltrada en el sòl se satura de bicarbonats de calci en contacte amb la calcària; després d'un recorregut més o menys llarg per les esquerdes subterrànies, pot anar a parar en indrets on la pressió parcial del  $\text{CO}_2$ , de l'aigua sigui inferior a la de l'aire amb el qual ha entrat en contacte. Llavors els bicarbonats, que, poc solubles, precipiten. Una mateixa aigua pot produir corrosió i precipitacions alternants diverses vegades, en funció dels canvis d'equilibri en la pressió parcial del  $\text{CO}_2$  dissolt en l'aigua i la de l'aire en contacte amb l'aigua.

El contingut del  $\text{CO}_2$ , no és l'únic factor determinant del tipus i de la velocitat dels processos que originen les formes càrstiques. La temperatura hi té un paper destacat, a vegades contraposant-se a l'acció derivada del contingut de  $\text{CO}_2$ . L'aigua freda pot dissoldre més quantitat de  $\text{CO}_2$  que l'aigua temperada, i com que el  $\text{CO}_2$  és l'agent determinant de la dissolució de la calcària, com més elevat en serà el contingut en l'aigua, més gran el poder dissolvent o corrosiu; per tant l'aigua freda pot dissoldre més quantitat de calcària que no pas l'aigua temperada. Malgrat tot, el procés i el resultat no són tan simples ja que, per exemple, aquesta acció diferencial de corrosió a causa de la temperatura diferent, és suavitzada pel fet que, alhora, l'aigua temperada té més poder de dissolució del bicarbonat de calci.

Quan una aigua freda s'escalfa perd capacitat de dissolució de  $\text{CO}_2$  i es pot arribar a sobresaturar. És el cas de l'aigua infiltrada que s'escalfa tot travessant nivells profunds amb temperatures superiors a les de l'exterior que vessant nivells profunds amb temperatures superiors a les de l'exterior que produeix una precipitació abundant de calcita. En el cas de refredament el mecanisme seria tot a l'inrevés, o sia, de corrosió.

No totes les roques calcàries són igualment corroides. Les roques més carstificables són les calcàries pures, és a dir, les que contenen més del 95% de carbonat de calci. La solubilitat disminueix a mesura que les roques es van empobrint de carbonat de calci.

El més comú és trobar calcàries poc pures, les quals, un cop dissoltes, deixen un residu d'elements insolubles, que solen restar entre les esquerdes i els forats de dissolució. Aquest material residual és constituït essencialment per argiles, riques en òxids de ferro. Són les anomenades argiles de descalcificació, sovint conegudes també per terra rossa, molt italià que significa terra roja.

La dissolució progressa més ràpidament en les roques riques en carbonats de calci que no pas a les riques en carbonats de magnesi (dolomies). És ben característic l'aspecte d'un relleu ruïnós allà on dominen les dolomies, com ho podem comprovar a la regió de les Agulles. Les dolomies solen tenir gra gros, a vegades com boletes; a causa, doncs, de l'alteració, presenten un aspecte rugós. Les dolomies posades al sol ofereixen una llusor deguda que els cristalls de dolomita reflecteixen la llum.

Fins ara només s'ha parlat de l'acció química en la formació del relleu càrstic. Però malgrat que aquesta acció és essencial, no és pas l'única. Cal pensar que també hi intervenen accions físiques. La força de l'aigua, per exemple, produeix una erosió mecànica important, més si es té en compte que arrossega els elements insolubles, com és ara argiles i sorres.

### *Les formes del modelat càrstic*

La formació d'un modelat càrstic depèn de les característiques físiques i químiques de les roques i de les condicions bioclimàtiques d'un indret, sobretot de l'abundància del mantell vegetal, de les precipitacions o l'aportació d'aigua i del règim tèrmic.

L'aparell càrstic és constituït pel conjunt del rocam calcari, les fissures, la porositat, l'aigua i els fenòmens de dissolució i erosió lligats a la circulació hídrica. Sovint, però, trobem formes càrstiques on manquen algunes d'aquestes circumstàncies, com ocorre en algunes valls seques, on la circulació d'aigua és absent. Llavors es parla d'un carst mort.

Hom pot diferenciar tres zones dins el sistema càrstic en funció de la circulació hídrica: zona d'absorció o superficial, zona interna de circulació i zona d'emissió.

### *Formes superficials*

El paisatge càrstic normalment és conegut per les seves formes superficials. Les subterrànies són difícils d'observar, tret que un hom estigui preparat i disposi dels mitjans tècnics i materials necessaris. Només algunes coves o avencs posats al

descobert per obres públiques (carreteres) o naturalment per l'erosió, o les coves arranjades per a visites turístiques com ho són les d'Artà, el Drac i els Hams de Mallorca, poden ser vistes sense cap dificultat.

Però les formes superficials del modelat càrstic són prou específiques, per identificar-les amb facilitat i endevinar-hi l'existència d'un relleu càrstic. Més o menys desenvolupades, la majoria de les formes que explicarem són presents a Garraf.

### *El rascler*

El qui es passegi per primera vegada per Garraf, ben segur que se comprendrà de veure que les roques sovint tenen unes superfícies plenes de solcs, canals i estries agudes. Es tracta d'una forma menor, però segurament la més característica del relleu càrstic, coneguda amb el nom de lapiaz o rascler. Masses denses de solcs i canaletes constitueixen els camps de rascler. El rascler pot ser només un conjunt de canaletes e pocs centímetres, a vegades mil·límetres, de fondària, i allargassade seguint la inclinació de la superfície de la roca. Altres vegades són solcs d'uns quants metres de fondària.

Les característiques morfològiques del rascler depenen de la composició química i de l'estructura de la roca i del volum de l'aigua. No és igual el rascler sobre calcària que sobre dolomia.

A les calcàries abunda el rascler de diàclasi o de pla d'estratificació quan les capes són verticals.

A les dolomies els rasclers són més aviat acanalats i alveolats, o bé adquireixen formes més complexes degudes a la dissolució diferencial del carbonat de calci i de magnesi. La corrosió progressa més ràpidament a les zones més riques en carbonat de calci i deixa sobresortit el sector on domina el carbonat de magnesi. D'ací ve l'aspecte ruïniforme dels camps de rasclers de les dolomies.

### *La dolina*

Una dolina és una depressió tancada en forma d'embut, circular o oval, de dimensions variables (pot assolir més d'un centenar de metres de profunditat), típica de les àrees càrstiques i produïda per efecte de la dissolució superficial de les roques carbonatades o pel col·lapse d'una cavitat subterrània.

En el primer cas, les dolines se solen formar a l'encreuament de diàclasis i fractures per on s'engoleixen més fàcilment les aigües superficials tot dissolent més les roques pròximes. L'emigració dels carbonats du a la pèrdua de volum, que sovint determina l'enfonsament lent, a vegades parcialment sobtat, de la zona afectada, tot formant una depressió, més o menys en forma d'embut. Al fons de les dolines hi ha avencs o xemeneies d'absorció de l'aigua que cada vegada en recullen en més quantitat. Al fons de la dolina s'acumula una gran quantitat. Al fons de la dolina s'acumula una gran quantitat d'argiles de descalcificació, que a vegades arriben a obstruir totalment o parcial els punts de absorció de l'aigua.

Hi ha indrets on les dolines, abundants i pròximes formen camps de dolines. Amb el temps poden unir-se i constituir dolines compostes, conegudes pel nom d'uvala. Una uvala és una depressió de forma ovalada originada per la coalescència d'una sèrie de dolines unides per un procés d'evolució progressiva.

A Garraf les dolines tenen un desenvolupament escàs, però n'hi ha diverses, la majoria situades entre Campgràs i la Morella. Les dolines són normalment fàcils de reconèixer en el terreny gràcies al fet que han estat sovint aprofitades per als conreus, ja que al fons s'hi ha acumulat certa quantitat de material de descalcificació de les roques de la dolina i de les dels seus vessants circumdants; les aigües de les pluges,

doncs, han arrossegat la terra fins a la dolina. D'altres dolines són simples embuts, al fons dels quals hi ha un avenc; són dolines petites i sense material de descalcificació; són més difícils de trobar i, a vegades, ben perilloses, com en el cas de l'avenc dolina de la Fragata (Campgràs), on l'embut de la dolina, de parets molt inclinades, és seguit per un pou ample i quasi vertical de 28 m. de fondària.

On hi ha més dolines es a Campgràs; una de força gran hi ha estat conreada fins no fa gaire. També n'hi ha entre el Rascler i la Morella, al pla de les Basses, on n'hi ha dues de ben grosses (la Bassa i l'Arbre), al pla de Querol i una de força grossa al pic de Martell. Al nord de Begues, al pla d'Ardenya, n'hi ha algunes de petites.

### *El poljé*

El poljé és una depressió tancada en un relleu càrstic, amb vores abruptes, de fons pla, recobert de terra de descalcificació i de dimensions grans (d'alguns hectòmetres o diversos quilòmetres quadrats). Han estat originats per l'esfondrament de les voltes de cavernes, per unió de dolines i uales, o bé per enfonsament tectònic o procedent d'una petita conca fluvial. El drenatge de la depressió és fa subterràniament, a través d'uns avencs anomenats ponor; si el drenatge és diferent o impedit, el poljé esdevé un aiguamoll o un llac.

La vall de Begues és considerada un poljé resultant de la superposició de l'erosió càrstica i de l'estructura tectònica.

### *Les valls seques i cegues*

A les valls del relleu càrstic no hi sol haver aigua corrent superficial. La formació d'aquestes valls, cal buscar-la en temps reculats, en uns moments en què, ja sia per l'abundància de l'aigua, ja sia per una absorció insuficient, l'aigua corrent modulà una vall profunda en relació amb un nivell de bases. Ara només funciona en els moments de pluja, ja que una carstificació progressiva de la vall ha fet que les aigües siguin engolides des de la capçalera.

Es parla de vall cega quan la vall és recorreguda per un curs d'aigua superficial, permanent o temporal, el qual desapareix en un engolidor al peu d'un contrafort o en una depressió tancada.

Anomenem vall seca un vall antiga, excavada en un relleu càrstic per un curs d'aigua superficial, que actualment no sol presentar circulació superficial.

### *Formes subterrànies*

Si bé les formes superficials estudiades són ben específiques del relleu càrstic, cal saber que les més espectaculars són les que es troben sota terra o subterrànies. Ja s'ha indicat que la visita a les cavitats subterrànies exigeix normalment una preparació tècnica i un material especialitzat, sense els quals no és gens aconsellable introduir-s'hi, amb l'excepció de les coves arranjades per a les visites turístiques.

El conjunt de coneixements científics i tècnics d'aquest món subterrani és estudiat per l'Espeleologia, ciència que cada dia té més adeptes. Ja són ben nombrosos els espeleòlegs que, atrets per l'aventura i la recerca, periòdicament s'endinsen en la foscor del món subterrani, per esbrinar els misteris d'aquest món silenciós.

A grans trets, les cavitats es divideixen en pous, galeries i sales.

### *Els pous*

Els pous són conductes càrstics penetrables per l'home, amb desenvolupament vertical o subvertical, de caràcter descendent i que presenten més profunditat que amplada.

Un avenc és un pou que s'obre a la superfície. Els avencs poden tenir orígens diferents. La majoria són cavitats càrstiques formades per erosió directa a causa d'un curs d'aigua, o bé per erosió inversa o ascendent tot aprofitant fissures, esquerdes o diàclasis. D'altres vegades són cavitats formades per esfondrament de la volta d'una caverna o del fons d'una dolina; en aquest cas, al fons del pou hi ha un munt d'enderrocs, resultat de l'amuntegament dels fragments del sostre caigut.

### *Les galeries*

Les galeries són conductes càrstics penetrables en què predomina el desenvolupament horitzontal o subhoritzontal. Quan s'obren a l'exterior se solen anomenar coves. Hi ha diferents tipus de galeries i se solen classificar en funció del règim hídric en què s'han format, sia en condicions d'inundació total, sia en cabal lliure. La pressió i la velocitat de l'aigua i les característiques de la roca determinen la construcció de formes diferents.

Quan una galeria presenta un pendent fort es anomenada rampa. Se'n diu gatera quan la galeria s'estreny i només s'hi pot passar estirat.

### *Les sales*

Una sala és una cavitat subterrània de dimensions relatives més importants que les dels conductes que hi menen. Generalment es formen en la intersecció de dues o més galeries, d'una galeria i un pou a la base d'un pou. Els canvis litològics poden afavorir el desenvolupament de sales.

### *El reompliment de les cavitats subterrànies*

Deixant a part les formes interiors d'erosió, els factors que les determinen i els processos que les produeixen, ens fixarem ara en el reompliment de les cavitats, a partir del procés de precipitació del bicarbonat de calci. Es tracta de les formes de reconstrucció que més atreuen l'atenció, a causa de la seva espectacularitat.

Les estalactites són les concrecions que pengen del sostre de les coves. Sovint sota mateix d'una estalactita es forma una altra concreció, anomenada estalagmita. L'estalactita i l'estalagmita corresponent a vegades s'uneixen fins a formar una columna. L'estalagmita sol ser més aplanada.

Quan les concrecions penjants són més amples, ondulades i de poc gruix són anomenades banderes.

Les colades són revestiments de concrecions que s'estenen com un mantell sobre les superfícies, produint uns pendents forts.

Ben sovint totes les parets d'una cova o d'un avenc queden cobertes d'una capa de calcita precipitada. A vegades és una capa llisa al tacte, però d'altres pren formes diverses, més o menys arrugades o rasposes.

### *L'entrada i la sortida de l'aigua*

En un relleu càrstic molt diaclasat l'aigua de la pluja s'infiltra ràpidament per les roques i la circulació superficial hi és escassa o quasi nul·la, amb l'excepció del moment immediat posterior a uns xàfecos intensos, que l'aigua no pot ser engolida de seguida; llavors s'hi forma una circulació superficial, que desapareix al cap de poca estona.

És ben conegut el fenomen de la desaparició d'un corrent d'aigua, quan el líquid passa d'un relleu impermeable a un de càrstic. L'aigua penetra per un conducte ampli anomenat engolidor.

Una surgència és la sortida de les aigües d'un sistema càrstic. Es parla de ressurgència quan l'origen de l'aigua és un riu superficial o bé uns quants, que han penetrat per un engolidor. És el cas del Güells d'et Joeu, surgència de l'aigua de la capçalera de l'Essera que s'endinsen en l'engolidor o forat d'Aigualluts. Se'n diu exsurgència quan l'aigua prové de la infiltració difusa, com en el cas de les fonts del Llobregat.

En el massísos i muntanyes càrstics de vora mar la circulació hídrica mena directament al mar i desemboca a vegades per sota del nivell actual del mar i/o en punts situats mar endins, a certa distància de la línia actual de costa, testimoni que s'hi va instal·lar en èpoques en què el nivell marí se situava en cotes inferiors a l'actual. Aquest és el cas del riu de la Falconera riu subterrani i submarí.

#### *L'evolució del carst a Garraf.*

El carst de Garraf és policíclic, és a dir, s'ha anat formant al llarg de cicles diferents. J. Montoriol hi ha establert tres cicles de carstificació durant el Pliocè i el Quaternari. El primer cicle hi tingué lloc en una època immediatament postpontiana; el segon a la darrera del Pliocè i començament de Plistocè, i el tercer en ple Quaternari.

Del primer cicle hi trobem nombrosos avencs residuals que actualment es troben penjats i decapitats per l'erosió superficial (avencs del pla de les Basses i de les Agulles).

Del segon cicle són els avencs situats en els fondos, però penjats sobre el tàlveg actual, a vegades amb desnivells forts. La majoria dels avencs més profunds són d'aquests cicles, alguns dels quals han estat rejuvenits i actualment són avencs actius, es a dir, la carstificació hi ha tingut lloc durant el segon i tercer cicle, com en el cas dels avencs de la Ferla i de l'Esquerrà.

Del tercer cicle daten els avencs situats en el fons de les dolines ben conservades (pla de Campgràs), a les fissures dels camps actuals de rasclers, o en el fons del tàlveg actual dels torrents i rieres. Aquests avencs encara no han assolit el màxim desenvolupament i són actius.

### **El relleu en els gresos i conglomerats triàsics**

Els conglomerats i gresos del Buntsandstein tenen un comportament ben diferent del de les calcàries, ja que es tracta de roques detrítiques silícies, on dominen partícules químicament resistents (quars). L'alteració afecta més aviat la matriu i el ciment mitjançant processos diversos. Els granets es desfan fàcilment un cop alterats el ciment i la matriu. A vegades el simple tacte de la mà és suficient per fer-los caure.

El resultat d'un tal procés és la desagregació de la roca i la creació d'unes formes arrodonides ben típiques de les muntanyes de gres i conglomerat. Els forats, les coves i les balmes hi són freqüents. En el llenguatge científic les cavitats petites són conegudes per alvèols, i si són grosses se'n diu tafoni o tafoni.

La desagregació de la roca és desigual en relació sobretot amb les característiques del ciment i el grau d'humitat. Una taca de ciment o de matriu poc sòlida és més fàcilment atacada i la seva alteració provoca un forat petit, el qual, com que reté més humitat, facilita una meteorització més intensa, tot tendint a engrandir-se cada vegada més. Petits forats mil·limètrics en converteixen en alvèols centimètrics o decimètrics, fins a poder arribar a cavitats d'uns quants metres o tafoni. És ben freqüent d'observar que l'alteració s'inicia a les diàclasis, en els plans d'estratificació o bé on hi ha canvis litològics.

Prop de l'ermita de Bruguers hi ha algunes balmes i forats grossos (taffonis) i nombrosos alvèols. Fins un tafoni ha arribat a travessar una roca, d'on ha resultat un pont natural.

Sovint s'ha dit que aquestes formes tenen un origen eòlic, és a dir, que són produïdes per l'acció del vent, a causa de l'arrodoniment de les cavitats. De fet el vent només hi té un paper secundari. El procés inicial és més aviat químic (alteració del ciment silici) i a vegades físic (canvis tèrmics de la roca, gelivació). Aquests processos desagreguen els granets, i el vent i a vegades també l'aigua o la gravetat, netegen les parets de les roques tot arrossegant i removent els granets solts fins que els fan caure fora de la cavitat.

#### **4. CLIMA**

El clima de Garraf presenta les característiques generals del clima mediterrani litoral català, amb una forta irregularitat tèrmica i pluviomètrica. El paisatge càrstic dóna la sensació que Garraf tingui un clima molt sec. La realitat és diferent, almenys considerant el conjunt del massís.

Les pluges són relativament abundants. Les dades disponibles de les estacions de Begues, Gavà i Sant Pere de Ribes mostren que la mitjana anual és relativament elevada, sobretot cap al nord-est i ens indrets més elevats. Begues ofereix una mitjana anual de 712'7 mm, valor elevat si es tenen en compte les dades enregistrades en d'altres estacions de Baix Llobregat, Penedès i Garraf, les quals se situen majoritàriament entre les isohietes 500 i 600 mm. Gavà, amb 643'6 mm. De mitjana anual, ofereix també un valor elevat dins del conjunt comarca. En cavi, Sant Pere de Ribes presenta una mitjana baixa i expressa ben bé la tendència a disminuir cap al sud.

La distribució mensual de les pluges a totes tres estacions presenta unes característiques globals semblants; un màxim a la tardor, centrat en els mesos de setembre i octubre, i un mínim d'estiu, centrat al juliol. El febrer és el mes menys plujós de l'hivern.

Les temperatures són força moderades a causa de l'efecte esmorteïdor tèrmic de l'aigua del mar. Només disposem de les temperatures de Begues, nucli de població situat a 370 m. d'altitud. Els sectors marginals i de menys altitud registren temperatures lleugerament inferiors. Mentre en aquests les temperatures mitjanes anuals són per sobre de 15<sup>o</sup>, a Begues son de 12'7<sup>o</sup>. Semblantment, mentre Begues registra una mitjana de gener de 5'4<sup>o</sup>, a la franja costera ronda entorn de 9<sup>o</sup>; el fet d'estar situat en una conca tancada fa que l'aire fred s'hi acumuli, tot determinant unes temperatures mínimes hivernals més baixes i uns glaçades més freqüents que en els indret oberts pròxims i situats en una mateixa altitud. La mitjana d'agost és de 21'1<sup>o</sup> a Begues i entre 23 i 24 a la costa.

Aquestes diferències pluviomètriques i tèrmiques es reflecteixen en la vegetació. Cal, però, tenir ben present el topoclima i el microclima derivats de la litologia i de la dinàmica del relleu càrstic.

Les roques blanques nues i sense cobertura edàfica i vegetal, ben freqüents en alguns indrets de Garraf, reflecteixen molt els raigs del sol, escalfant i assecant anormalment els primers metres de l'atmosfera, o sia, l'aire per circumda les plantes.

Per un altre cantó, l'aigua de la pluja s'infiltra fàcilment per les fissures de les roques, i el sòl prim i discontinu, reté poca aigua. Tot junt fa que, malgrat que les precipitacions siguin relativament abundants, l'aigua no arriba a ser prou aprofitada per les plantes, i la sensació augmenta per l'absència de corrents superficials d'aigua i de boscos de ribera.

Cal afegir que la humitat atmosfèrica de Garraf és força elevada per la proximitat al mar. La marinada hi bufa ben sovint a l'estiu i atenua les secades i les calors tan accentuades pel relleu càrstic i el color blanquinós de les roques.

## **5. HIDROGEOLOGIA**

### **Conques de drenatge**

A l'hora d'estudiar la morfologia càrstica hidrològicament té certes particularitats. Així al definir la conca de drenatge s'ha de diferenciar entre la divisòria d'aigües superficials i la divisòria d'aigües subterrànies.

La divisòria d'aigües superficials està delimitada per les crestes orogràfiques, deduïdes de l'observació topogràfica. El funcionament de la xarxa obtinguda és bastant reduït comparat amb la xarxa subterrània. S'estima que l'escorrentia superficial és només el 20% de la pluviometria, a la data del mostreig només s'observa un petit curs d'aigua al Fondo de Can Parers i a la Vall d'en Joan (aquest molt més petit).

Per la delimitació de les conques subterrànies el principal paràmetre limitant és l'estructura del massís. D'aquesta manera les falles E-W funcionen com a conductores del flux subterrani cap a les falles NW-SE, que degut a que aquestes tallen tota la sèrie carbonatada, fan de mur de les diferents conques. Considerem que el sòcol impermeable està constituït pel Trias, el qual està inclinat cap al SW, amb això és comprensible que el flux es dirigeix en sentit NE-SW, sempre tenint en compte que l'estructura tectònica reorienta el flux.

Amb tot això i amb altres dades de concentracions de diferents elements (que a efectes pràctics funcionen com a traçadors), s'han definit dues conques subterrànies ben diferenciades, així parlarem del domini de Castelldefels i del domini de la Falconera.

### **Domini de Castelldefels**

És la conca més petita i apareix totalment desvinculada de l'Abocador. No trobem surgències que realitzin tota la descàrrega, encara que hi ha dues coves que es desenvolupen sobre el nivell piezomètric. Són les coves del Centenari (de recent trobada) i cova Fumada, ambdues tenen uns llacs subterrànies que presenten respostes molt ràpides a les pluges. Entre el Port Ginesta i la cova Fumada, al llarg de la platja, s'han format uns petits aiguamolls, d'aigua salobre (dades facilitades per l'ajuntament de Castelldefels), aquesta zona és la que funciona com a desguàs d'aquest petit aparell.

Observant les dades d'Irívar (1992) es pot constatar que l'aquífer quaternari (tant els cordons de dunes com les sorres deltaïques de Llobregat) és alimentat amb aigües bicarbonatades càlciques. Les dades piezomètriques presenten valors alts a Castelldefels, així implica que ens trobem davant d'una zona de recàrrega. Aquesta zona de recàrrega correspon amb el desguàs de les aigües càrstiques del domini de Castelldefels.

### **Domini de la falconera**

És el domini més gran de la zona d'estudi, les infiltracions de l'abocador són recollides per aquest sistema. La via de descàrrega més important és la Falconera encara que hi ha alguna altra petita surgència.



Aquest riu subterrani (la Falconera) és el principal aparell emissor d'aquest sector del massís, el seu recorregut es de 600 m i la seva fondària, sota el nivell del mar és de 81 m (fins ara explorat). De les dades existents sobre el seu cabal (Custodio i Galofré, 1976) sembla raonable considerar un cabal mig de l'ordre de 500 l/s, arribant als 200 l/s en períodes d'estiatge i en fortes avingudes es pot arribar als 10000 l/s.

La importància que generà aquest recurs hídric va provocar la realització d'obres per tal poder aprofitar aquest important cabal, així al 1899 es varen fer unes galeries artificials i es perforà un pou que va comunicar les galeries amb l'exterior. Aquestes galeries no trobaren el riu que cercaven encara que van trobar algun punt d'aigua. Actualment la pedrera, explotada per la empresa PROMSA, utilitza l'aigua d'aquest punt, situat en les galeries artificials, utilitzant el pou artificial per la instal·lació de les canonades. Com es constatarà posteriorment existeix una important diferència entre el quimisme de l'aigua de les galeries i l'aigua del riu subterrani.

Així si considerem el cabal que surt per aquesta cova es pot calcular l'àrea de recàrrega:

Precipitacions anuals:	700 l/m <sup>2</sup> any
Cabal Falconera:	500 l/s
500 l/s .....	1,6·10 <sup>10</sup> l/any
1,6·10 <sup>10</sup> l/any .....	22,5 km <sup>2</sup>

El domini dibuixat amb els paràmetres estructurals correspon a un àrea de més o menys 26 km<sup>2</sup> (fig.8), pot considerar-se molt apropiada si tenim en compte les altres petites surgències i l'escorrentia superficial. També es pot estimar la velocitat del riu, considerant l'àrea d'una secció de galeria ocupada pel riu:

$$Q = S \cdot v$$

$$Q = 500 \text{ l/s}$$

$$S = 5 \text{ m}^2 \text{ (secció del canal)}$$

$$V = 0,1 \text{ m/s} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad \mathbf{10000 \text{ m/dia}}$$

(és una aproximació per tenir una idea d'ordre de magnitud)

Aquestes altes velocitats fan sospitar de l'existència d'una xarxa jerarquizada on multitud de petits conductes convergeixen en uns altres progressivament majors, del qual el nombre és limitat. Observant el nivell freàtic ens adonem del grau de maduresa dels sistema. Diferents morfologies que actualment semblen relictos ens indiquen que el nivell freàtic en un principi era molt més alt. En aquestes primeres etapes de carstificació, el volum de fissures era petit, i l'aigua s'evacuava lentament. La zona de fluctuació, per la seva part, guanya amplitud; a mesura que les fissures s'eixamplen, l'aigua comença a evacuar-se més ràpidament i el nivell freàtic baixa progressivament.

### Intrusió salina

La intrusió salina és un procés de mescla d'aigües. L'aigua dolça d'infiltració, encara que estigui saturada en CO<sub>3</sub>Ca, esdevé agressiva al mesclar-se amb petites quantitats d'aigua marina (inferior al 1%). D'aquesta manera s'incrementa la carstificació i com a conseqüència augmenta la porositat. Les variacions del nivell del mar han intensificat el procés. Amb això a la franja litoral és on trobem els pous amb majors rendiments.

Aquest procés provoca fenòmens que emmascaren la interpretació sobre l'evolució de les aigües càrstiques i els efectes dels contaminants. Així és convenient quantificar, en mesura del que sigui possible, la incidència sobre el carst. Per aquesta tasca s'utilitzen les dades dels anàlisi químics per tal d'establir aquesta quantificació (resultats exposats a l'apartat 6.2).