

**Treball de Fi de Grau**  
**Geologia**

---

**Caracterització del camp de leucogranits aplítics i pegmatítics  
a l'Escata paleozoica  
del sector Matadepera - Castellar del Vallès**

---

Autor : Ivan Estellé i Oliva

Dirigit per Francisco José Martínez  
Catedràtic del Departament de Geologia  
Universitat Autònoma de Barcelona

13 de juny de 2014

---

#### ABSTRACT

Paleozoic rocks overriding the Ebro Basin materials crop out in a narrow belt at the NE of the Iberian Peninsula. The *Escata del sector Matadepera - Castellar del Vallès* is one of the three thrust sheets that conform this belt. It consists of turbidity related schist and greywacke with interbedded vulcanite. By lithological comparison with the materials observed at the Guillerie massif, a Caradocian age can be assigned to this sequence. A granodiorite plutonic intrusion induced a low pressure contact metamorphism due to the fact that the intrusion was produced at low depth. The thermal metamorphism overprinted a regional foliation  $S_1$  and a crenulation  $S_2$ . The intrusion took place following an antiformal structure generated by the  $S_2$  deformation, and the associated apofisis lead to a two differentiated conjugate dyke families witch were introduced following the weakest regional foliation planes, cutting it at low degree.

#### RESUMEN

En el NE de la Península Ibérica aflora una estrecha franja de materiales paleozoicos que cabalgan a los materiales terciarios de la Cuenca del Ebro. La escama del sector Matadepera - Castellar del Vallès es una de las tres láminas cabalgantes que conforman dicha franja. Los materiales consisten en una intercalación de esquistos y grauvacas de origen turbidítico con vulcanitas interestratificadas. Por comparación litológica con los materiales de Les Guillerie se les atribuye una edad Caradoc. Una intrusión plutónica de granodiorita causó metamorfismo de contacto de baja presión a raíz de que esta se produjo a poca profundidad. El metamorfismo térmico se superpuso a un metamorfismo regional  $S_1$  y de crenulación  $S_2$ . La intrusión tuvo lugar a favor de una estructura antiforme generada por la deformación  $S_2$ , i por mecanismos de apófisis se generó un campo de diques de leucogranito aplítico y pegmatítico organizado en dos familias de diques conjugados que se intruyeron aprovechando los planos de debilidad de la foliación regional, cortándola en bajo ángulo.

#### RESUM

Al NE de la Península Ibèrica aflora una estreta franja de materials paleozoics que encavalquen als materials terciaris de la Conca de l'Ebre. L'escama del sector Matadepera - Castellar del Vallès és una de les tres làmines encavalcants que conformen aquesta franja. Els materials consisteixen en una intercalació d'esquistos i grauvaques d'origen turbidític amb vulcanites interestratificades. Per comparació litològica amb el materials presents a les Guillerie se'ls hi atribueix una edat Caradoc. Una intrusió plutònica de granodiorita provocà metamorfisme de contacte de baixa pressió arrel de que la intrusió es va produir a poca profunditat. El metamorfisme tèrmic es sobreposà a un metamorfisme regional  $S_1$  i de crenulació  $S_2$ . L'emplaçament del batòlit va prendre lloc a favor d'una estructura antiforma generada per la deformació  $S_2$ . L'apòfosis lligada a la intrusió va generar un camp de dics de leucogranit aplític i pegmatític organitzat en dues famílies de dics conjugats que s'intruïren aprofitant els plans de debilitat de la foliació regional, tallant-la en baix angle.

# ÍNDEX GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS .....</b>	<b>4</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>4</b>
2.1 TREBALL DE CAMP.....	4
2.2 TREBALL DE LABORATORI.....	5
2.3 TREBALL DE GABINET .....	5
<b>3. SITUACIÓ GEOGRÀFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>4. CONTEXT GEOLÒGIC REGIONAL.....</b>	<b>5</b>
<b>5. MATERIALS DE L'ÀREA D'ESTUDI .....</b>	<b>7</b>
5.2 MATERIALS DE LA ROCA ENCAIXANT .....	8
5.2.1 <i>Metapelites</i> .....	8
5.2.2 <i>Metapsammites</i> .....	9
5.2.2.1 Microanàlisi amb SEM .....	9
5.2.3 <i>Metavolcanites</i> .....	10
5.2.4 <i>Filons de quars</i> .....	10
5.3 MATERIALS DE LA ROCA INTRUSIVA .....	11
<b>6. ANÀLISIS ESTRUCTURAL .....</b>	<b>11</b>
6.1 ANÀLISIS ESTRUCTURAL DE LA ROCA ENCAIXANT.....	12
6.2 ANÀLISIS ESTRUCTURAL DELS DICS INTRUSIUS .....	12
<b>7. DISCUSSIÓ.....</b>	<b>14</b>
7.1 CONDICIONS D'EMPLAÇAMENT DE LA ROCA INTRUSIVA.....	14
7.2 MODEL D'EMPLAÇAMENT DE LA ROCA INTRUSIVA.....	15
<b>8. CONCLUSIONS.....</b>	<b>17</b>
<b>9. AGRAÏMENTS .....</b>	<b>17</b>
<b>10. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>18</b>
<b>11. ANNEXOS .....</b>	<b>19</b>
11.1 DIAGRAMA DE FASES MOSTRA C2 DE LES GUILLERIES.....	19
11.2 TAULES DE DADES FÒRMULES ESTRUCTURALS DE GRANAT I BIOTITA.....	20
11.3 MAPA GEOLÒGIC ESCALA 1:10.000.....	25

## 1. Introducció i objectius

L'escata paleozoica del sector Matadepera – Castellar del Vallès és una de les tres làmines de materials paleozoics que se situaren sobre els materials d'edat terciària de la conca de l'Ebre a causa de la Orogènia Alpina, juntament amb l'escata de les Pedritxes i la de Caldes de Montbui (Ubach, 1990).

Un projecte immobiliari fallit deixa al descobert, en la multitud de pistes forestals que recorren la zona, un gran nombre de dics i filons d'aplita, leucogranit i pegmatita, relacionats amb l'apòfisi d'un petit batòlit granodiorític d'edat herciniana (Guimerà et al., 1992).

Per a dur a terme la caracterització del camp que formen els dics anteriorment esmentats s'ha delimitat una àrea representativa de la zona, de 4,5 Km<sup>2</sup> aproximadament.

Aquest treball té per objectiu:

- Caracteritzar petrològicament tant la roca encaixant com la roca intrusiva.
- Establir les relacions estructurals existents entre roca encaixant i roca intrusiva.
- Determinar les condicions d'emplaçament de la roca intrusiva.
- Interpretar la distribució dels dics que conformen el camp de leucogranit.

Com a complement a la obtenció dels objectius marcats per el treball s'ha confeccionat un mapa geològic a escala 1:10.000 de l'àrea d'estudi, annex 11.3 de la present memòria.

## 2. Metodologia

Per a dur a terme els objectius marcats en aquest treball s'ha realitzat una etapa de camp, una d'anàlisi de laboratori i finalment una de gabinet.

### **2.1 Treball de camp**

En l'etapa de camp s'ha cartografiat l'àrea delimitada i s'han recollit mostres per a realitzar-ne làmines primes. Durant la cartografia s'han identificat els diferents materials que afloren en la zona i s'han pres mesures dels seus elements estructurals amb l'ajuda d'una brúixola Silva amb clinòmetre i nivell.

## **2.2 Treball de laboratori**

Aquesta etapa ha consistit en una anàlisi de quatre làmines primes mitjançant un microscopi petrogràfic NIKON Eclipse E400POL en el laboratori de microscòpia de la Universitat Autònoma de Barcelona, les imatges es van prendre amb un dispositiu NIKON DS-Fi2 acoblat al microscopi. Una d'aquestes làmines primes es va portar al Servei de Microscòpia Electrònica de la UAB per analitzar-ne certs components amb un microscopi electrònic de rastreig model ZEISS EVO-MA10.

## **2.3 Treball de gabinet**

La present memòria s'ha realitzat durant aquesta etapa. Mitjançant el programa *Canvas 14* s'han realitzat tant el mapa 1:10.000 present a l'annex 11.3, com certes figures de la memòria. Amb un full de càlcul *Excel* es van calcular certs paràmetres a partir dels resultats obtinguts amb l'*scanning electron microscope* (SEM). Utilitzant els programes *Stereonet* i *Triplot*, respectivament es van projectar les dades estructurals obtingudes durant l'etapa de camp, i les dades de caire composicional obtingudes durant el treball de laboratori.

## **3. Situació geogràfica**

L'àrea objecte de l'estudi es troba emmarcada a la Serralada Prelitoral, entre el municipis de Matadepera i Castellar del Vallès, a la comarca del Vallès Occidental. La part més septentrional de la zona limita amb el Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, i el límit meridional el confereix la depressió del Vallès. Les condicions d'accés són bones. S'hi pot accedir a través dels camins i nombroses pistes forestals que neixen al nord de la carretera C-1415a, entre els Km 20 i 25, o bé des del carrer de l'Avellaner, en la urbanització Can Solà del Racó de Matadepera.

## **4. Context geològic regional**

La Serralada Prelitoral juntament amb la Serralada Litoral formen les actuals Serralades Costaneres Catalanes, situades al NE de la Península Ibèrica. A la Cadena Costanera Catalana el sòcol hercinià aflora recobert per la cobertura sedimentària mesozoica (Fig. 1) d'edat principalment triàsica, però també juràssica i cretàcia.

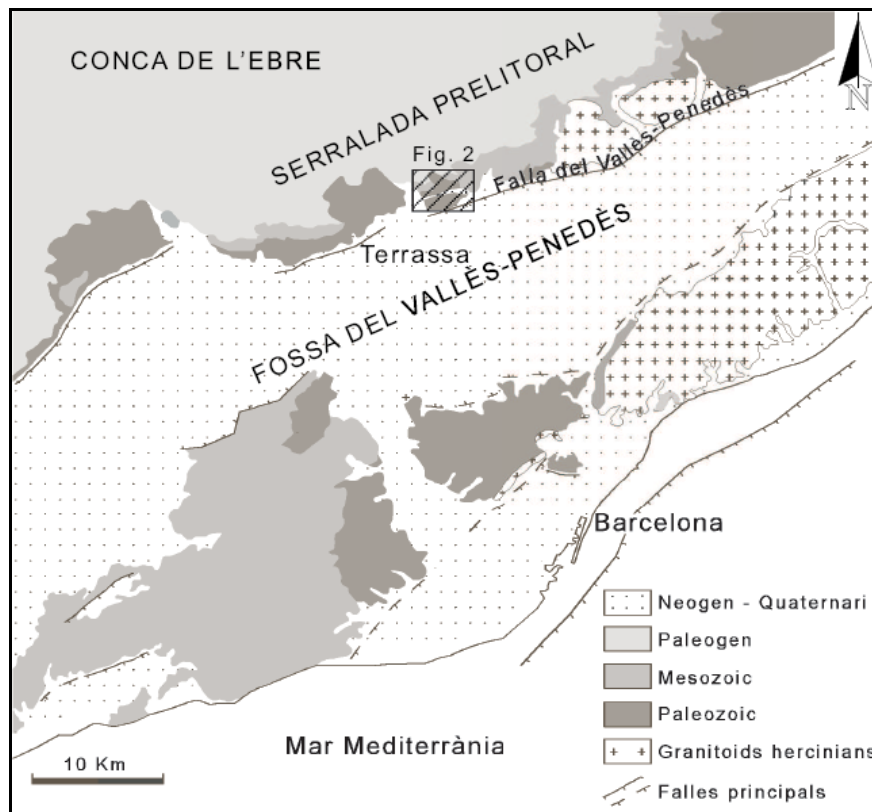


Figura 1. Context geològic i situació de la zona d'estudi. Modificat de Parcerisa, 2007.

Les estructures dominants de la unitat de la Serralada Prelitoral són falles d'orientació NE-SW, d'escala quilomètrica i subverticals. Aquestes grans falles afecten tant el sòcol hercinià com a la cobertura mesozoica.

Durant la compressió alpina, al Paleogen, les falles NE-SW van tenir, predominantment, un moviment direccional sinistre. Com a conseqüència d'aquest moviment es van formar encavalcaments paral·lels a les falles, seguint el seu traçat. Al llarg d'aquestes falles és on es localitza la deformació més intensa, tant al sòcol com a la cobertura, originant la banda deformada del Vallès - Penedès, que està lligada a la falla del mateix nom.

La banda deformada del NW del Vallès - Penedès és una alineació d'estructures d'orientació ENE-WSW a NE-SW, formada per materials que pertanyen al sòcol hercinià i que s'encavalquen a materials triàsics, paleògens i també paleozoics. En alguns llocs les escates dels encavalcaments poden arribar a avançar respecte al bloc inferior fins a 4 km, com la de les Pedritxes. El sentit de desplaçament d'aquestes làmines és aproximadament perpendicular a l'orientació de la banda i s'arrelen i verticalitzen en la falla del sòcol del Vallès - Penedès (Guimerà et al., 1992).

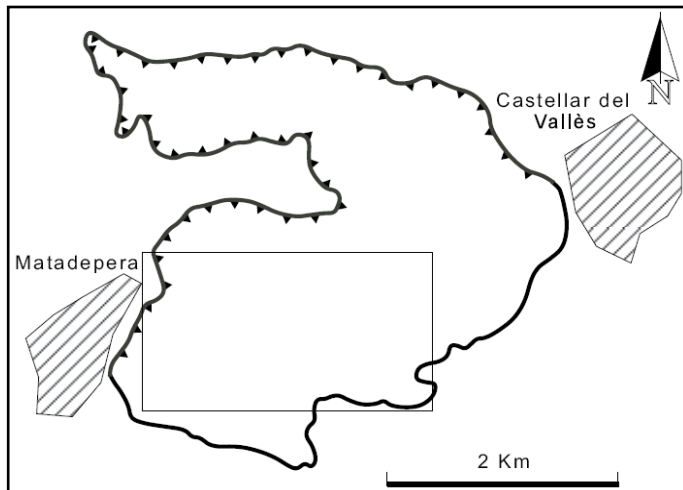


Figura 2. Traçat de la làmina encavalcant del sector Matadepera - Castellar del Vallès i situació de l'àrea objecte d'estudi (rectangle buit). A partir d'Ubach, 1990.

Els terrenys hercinians de la Cadena Costanera Catalana, es caracteritzen per l'abundància d'intrusions de granitoides. En general, es tracta de batòlits que afluïren en superfícies d'alguns centenars de quilòmetres quadrats formant aurèoles de metamorfisme tèrmic de contacte. Les edats dels diferents batòlits corresponen al Carbonífer mitjà i superior.

Associats als batòlits és freqüent trobar dics i filons d'aplitita i pegmatita, que corresponen a l'etapa final de la cristal·lització dels granitoides, quan una fase fluida residual, essencialment quars feldespàtica i rica en aigua, cristal·litza en les esquerdes obertes en el granitoide ja consolidat. Alguns d'aquests filons també penetren en les roques metamòrfiques encaixants (Santanach et al., 1986).

## 5. Materials de l'àrea d'estudi

Tot i que dins de l'àrea delimitada per a l'estudi s'han identificat els materials triàsics de les fàcies germàniques Buntsandstein i Muschelkalk, corresponents al bloc inferior autòcton del sistema d'encavalcament, a continuació es descriuen els materials que pertanyen a l'escata paleozoica encavalcant.

S'ha fet una distinció, doncs, entre la roca encaixant i la roca intrusiva.

## 5.2 Materials de la roca encaixant

La roca encaixant presenta una alternança de metapelites i metapsammites amb intercalacions de paquets de metavolcanites interestratificats. Aquesta successió és, a nivell genètic, un dipòsit marí profund d'origen turbidític afectat posteriorment per la deformació herciniana (Ubach, 1990).

### 5.2.1 Metapelites

Les metapelites són els materials més abundants de l'àrea estudiada. Presenten una foliació dominant, originada per metamorfisme regional, que s'anomenarà  $S_1$ .

Com a minerals essencials de les làmines primes analitzades (MC-14.1, MC-14.2a i 2b), s'ha identificat quars, biotita, moscovita, andalusita i cordierita. Pel que fa a minerals secundaris s'ha observat pinnita, alterant la cordierita.

La textura de la roca és lepidoporfidoblàstica, un esquist motejat. Els cristalls de biotita i moscovita s'orienten de manera preferent, definint els plans d'esquistositat. S'han observat microplecs de crenulació afectant la foliació  $S_1$ , desenvolupats localment de manera diferencial segons si afecten nivells pelítics o psammitics (Fig. 3).

L'andalusita, la cordierita i la biotita formen els porfidoblastes. Mentre que l'andalusita i la cordierita es presenten en forma de poiquiloblastes hipidiomòrfics que se sobre imposen a la foliació i deuen el seu origen a un metamorfisme tèrmic, la biotita, tot hi haver recristallitzat durant el metamorfisme de contacte, en part es mimetitza amb la direcció de la foliació regional dominant  $S_1$ , ja que no ha perdut l'orientació prèvia (Fig. 3).

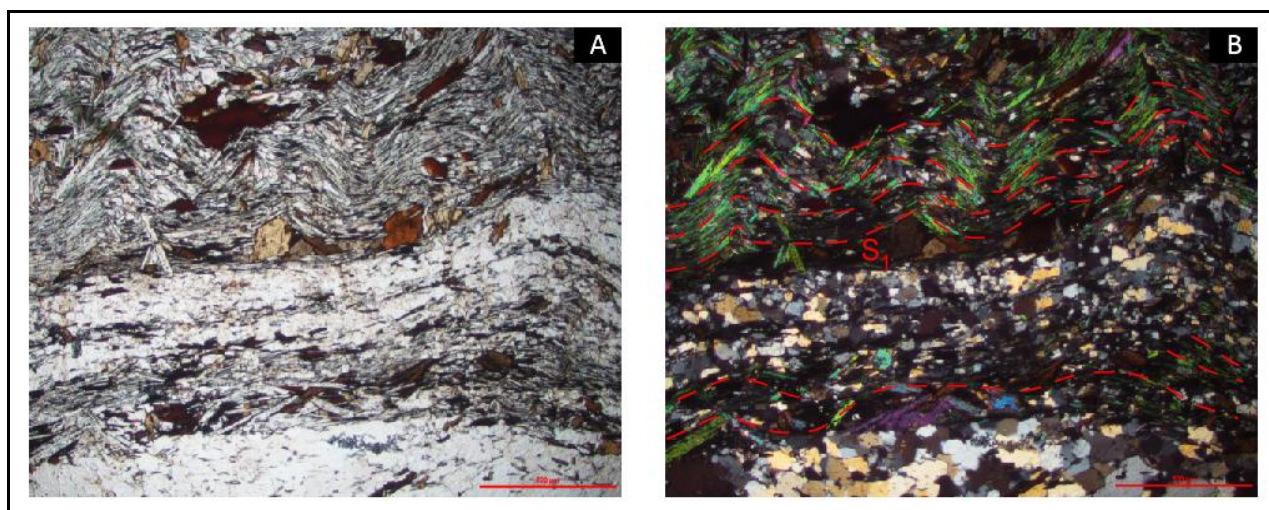


Figura 3. Fotografies de la làmina prima MC-14.2a (A) Imatge amb nícols paral·lels on en la part central, els porfidoblastes de Bt mimetitzen la foliació dominant, (B) Imatge amb nícols encreuats que mostra com la foliació  $S_1$  (línies discontinúes vermelles) es desenvolupa de manera diferencial. Escala 500  $\mu\text{m}$ . Fotos: I. Estellé.



## 5.2.2 Metapsammites

Les metapsammites apareixen com a capes intercalades en els esquists motejats o bé formant cossos de més extensió. En ambdós casos destaquen en el paisatge per les coloracions ocre que els hi confereix el fet de que els components que les formen s'han meteoritzat.

La làmina prima MC-14.3 presenta biotita, quars i feldspat K com a minerals essencials. Com a minerals accessoris s'observen porfidoblastes de granat de cares idiomòrfiques amb inclusions poiquilítiques de quars. La roca pot ser classificada com a metagrauvaca.

### 5.2.2.1 Microanàlisi amb SEM

Mitjançant un microscopi electrònic de rastreig es van analitzar diversos porfidoblastes i cristalls de granat i biotita, amb la intenció d'esbrinar-ne la composició i calcular la seva fórmula estructural (annex 11.2).

El resultat obtingut mitjançant el SEM, expressat en % en pes d'òxid, es va utilitzar per a obtenir el nombre de cations, i en el cas del granat es va calcular la proporció en catió dominant de la sèrie de les piralspites (Fig. 4).

Els anàlisis duts a terme sobre els granats, també van revelar que contenen inclusions d'apatita, ilmenita i monacita.

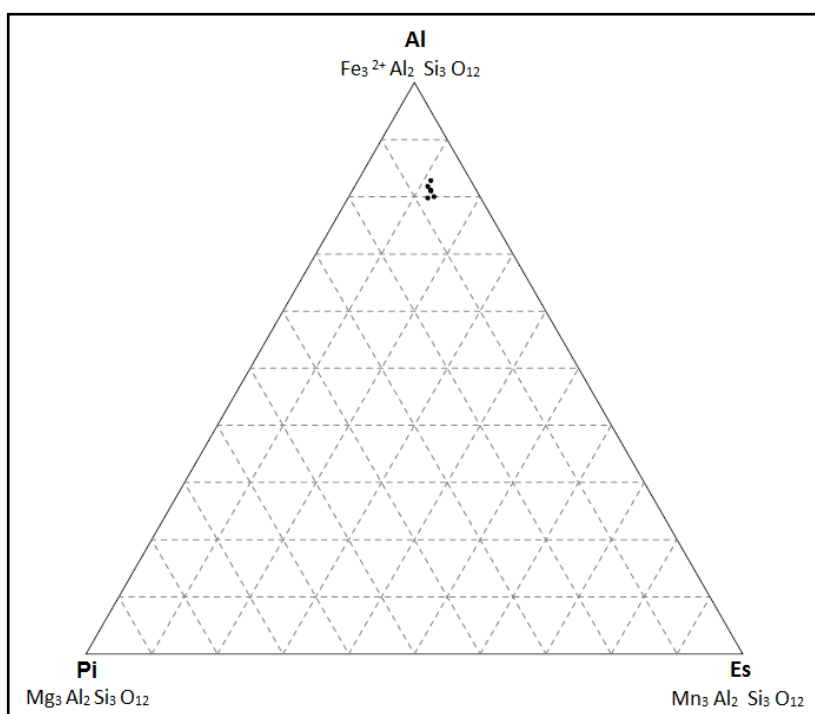


Figura 4. Diagrama triangular on es mostra la projecció de les proporcions en *end-members* de la sèrie isomòrfica de les piralspites de sis poiquiloblastes de granat analitzats a la mostra MC-14.3. La proporció en almandí (Al) és superior al 80%, mentre que les proporcions en pirop i espessartita són 7 i 13% respectivament. Utilitzant *Triplot*.

### 5.2.3 Metavolcanites

Els paquets de metavolcanites afloren als marges de la carretera C-1415a. Aquestes roques presenten coloracions que van del marró al gris, passant per colors de tonalitats verdoses. Segons Ubach (1990) són metaigmimbrites microglandulars que representen diverses unitats eruptives. Van ser descrites com a roques bandejades, manifestant-se per capes quars feldspàtiques que contenen fenocristalls en forma de glàndules de quars i per capes de pumita desvitrificada, de colors més foscos.

A l'àrea estudiada les metaigmimbrites no es troben afectades per la intrusió granodiorítica.

### 5.2.4 Filons de quars

Segons la seva relació amb les diferents fases de deformació hercinianes, s'han distingit els següents tipus de filons de quars:

- Filons de quars paral·lels a la foliació dominant formant *boudins*, que van d'escala centimètrica fins a mètrica, generats com a resposta a la fase d'escurçament  $S_1$  (Fig. 5a).
- Filons de quars paral·lels a la foliació regional, plegats juntament amb aquesta formant plecs de crenulació corresponents a una fase de deformació  $S_2$ . (Fig. 5b)
- Filons de quars tardans, post tectònics, que s'emplaçaren a través de tot el conjunt, roca encaixant - roca intrusiva (Fig. 5c).

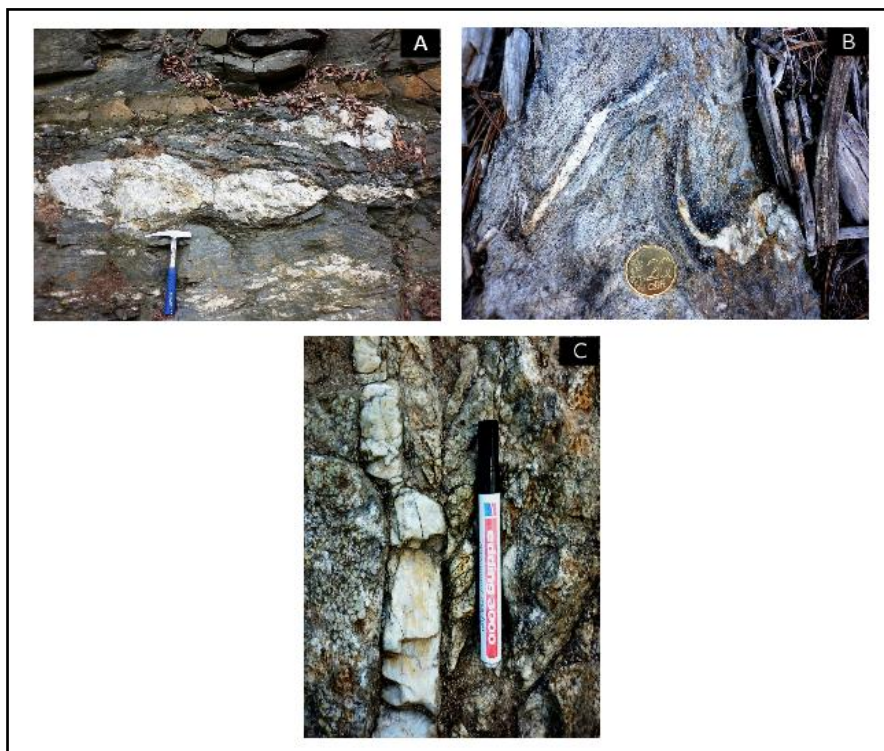


Figura 5. Fotografies del tipus de filons de quars identificats. (A) Filó de quars formant un *boudin*, (B) Filó de quars afectat per crenulació  $S_2$ , mostrant recristal·lització de Bt + Crd als flancs del plec, degut a un empobriment en Si de les metapelites en contacte amb la circulació de fluids, i al conseqüent enriquiment relatiu en Na i K de la roca, (F.J, MARTÍNEZ, com. pers.) (C) Filó de quars tallant una granodiorita, roca intrusiva. Fotos: I. Estellé.

### 5.3 Materials de la roca intrusiva

En l'àrea estudiada, el conjunt de la roca intrusiva es presenta en forma d'una cos principal i dics associats per apòfisis.

El cos intrusiu principal és d'una granodiorita alterada superficialment que està constituïda per quars, plagiòclasi, feldspat potàssic, biotita i moscovita.

Majoritàriament, els dics associats al cos intrusiu principal de granodiorita són leucogranits aplítics i pegmatítics. En un mateix dic poden coexistir les tres fàcies, o bé estar constituït per una sola d'elles. Aquesta situació es dona de manera minoritària, en dics allunyats de la intrusió principal formant cossos exclusivament de pegmatita. Com a minerals essencials observats en els dics hi ha feldespat, quars i mica. Poden haver-hi quantitats variables de granat i turmalina. La seva textura és equigranular, i no semblen haver estat afectats per les fases de deformació hercinianes.

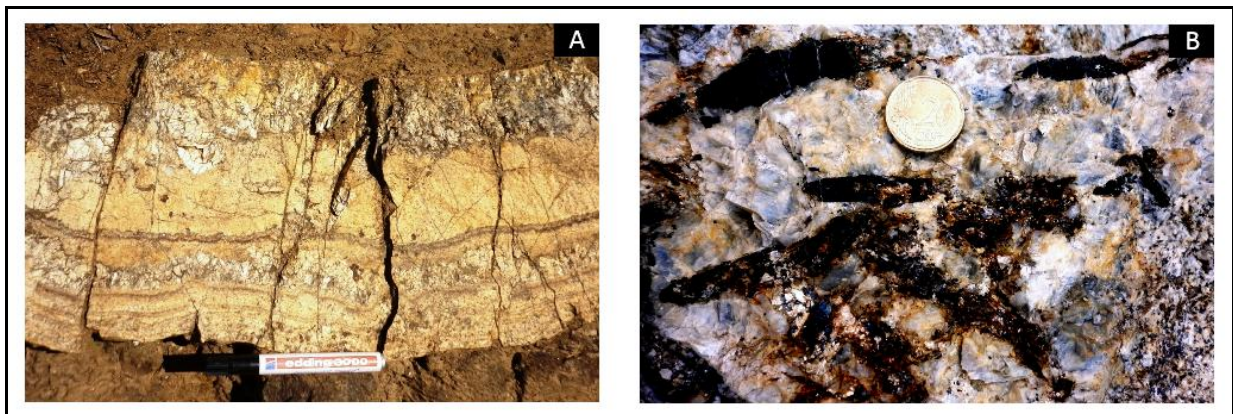


Figura 6. Fotografies de detall de (A) aplita bandejada formada per fàcies pegmatítics en els extrems, fàcies aplítics en el nucli i intercalacions de bandes de turmalina, i (B) cristalls de turmalina dins d'una fàcies pegmatítica que es troba en contacte amb un altre de granodiorítica (extrem dret de la imatge). Fotos: I. Estellé.

## 6. Anàlisi estructural

Les observacions estructurals, corresponents a la roca encaixant, s'han dut a terme mitjançant 37 dades extretes de l'orientació dels plans d'esquistositat de la foliació regional. Pel que fa a les observacions dels dics que conformen la roca intrusiva, es van prendre 40 mesures de la seva orientació.

### 6.1 Anàlisi estructural de la roca encaixant

La figura 7, que correspon a la projecció estereogràfica de les dades de camp, mostra la disposició dels pols als plans d'esquistositat. Els pols es disposen en dues localitzacions: a la part superior del estereograma els pols estan concentrats, en canvi a la part inferior tenen més dispersió. Aquesta distribució denota que la foliació regional està definint un plec anticlinal d'orientació NE-SW d'eix subhoritzontal.

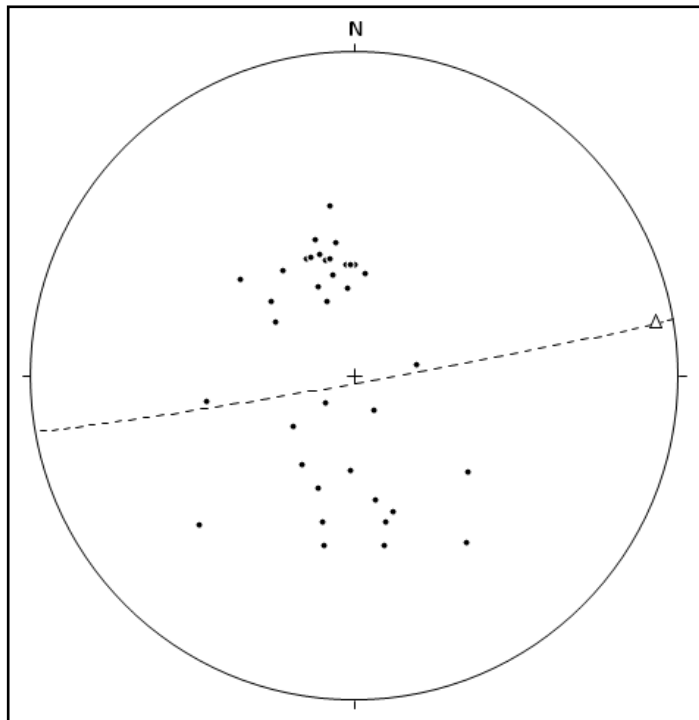


Figura 7. Projecció estereogràfica on es mostra la disposició dels pols dels plans d'esquistositat (punts negres), el pla axial, d'orientació 170/88, del plec anticlinal en que es disposa la foliació (línia discontinua) i l'eix del plec (triangle buit) d'orientació 170/05. Utilitzant *Stereonet*.

### 6.2 Anàlisi estructural dels dics intrusius

Per a dur a terme l'anàlisi estructural dels diversos dics de granitoide, es van prendre mesures d'aquells que tinguessin més de 1 m de potència. Els dics observats s'encaixen en els metasediments, i tots presenten les mateixes relacions estructurals respecte a la foliació regional: s'emplacen tallant, en baix angle, els plans d'esquistositat.

Els dics es disposen en dues famílies de parelles conjugades (Fig. 8). La primera, i més marcada, són dics que s'orienten NE-SW. La segona família de dics, que és minoritària, s'emplaça seguint orientacions pràcticament N-S.

De les apreciacions al camp sembla que els dics d'orientació N-S tallen els de l'altra família i per tant són posteriors, però aquesta apreciació no pot ser confirmada ja que la situació no es recurrent i només va ser observada en un sol cas a causa de la manca de bons afloraments.

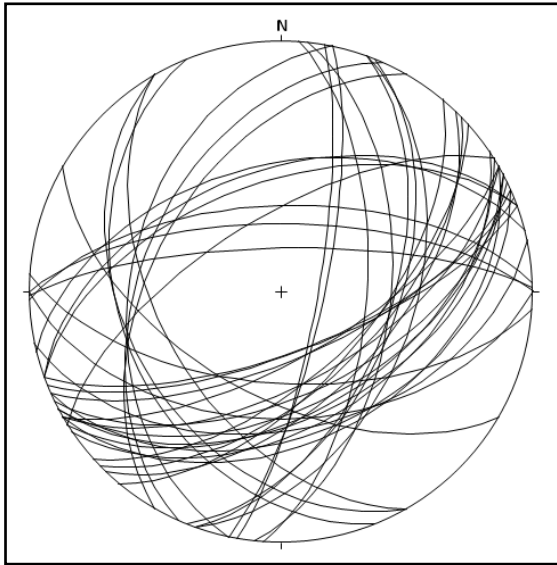


Figura 8. Projecció estereogràfica on es mostra la disposició dels plans que representen els dics de granitoide. Es pot observar com hi ha dues famílies de plans conjugats, dels quals un d'ells, situat als quadrants inferiors del diagrama, és molt marcat. Utilitzant *Stereonet*.

Donada l'existència de dues famílies de dics conjugats, s'ha considerat que l'emplaçament es va produir sota un règim de fractures híbrides, amb un component tensional i de cisalla, i s'han trobat els paleoesforços que donaren lloc a la disposició en dues famílies observada (Fig. 9).

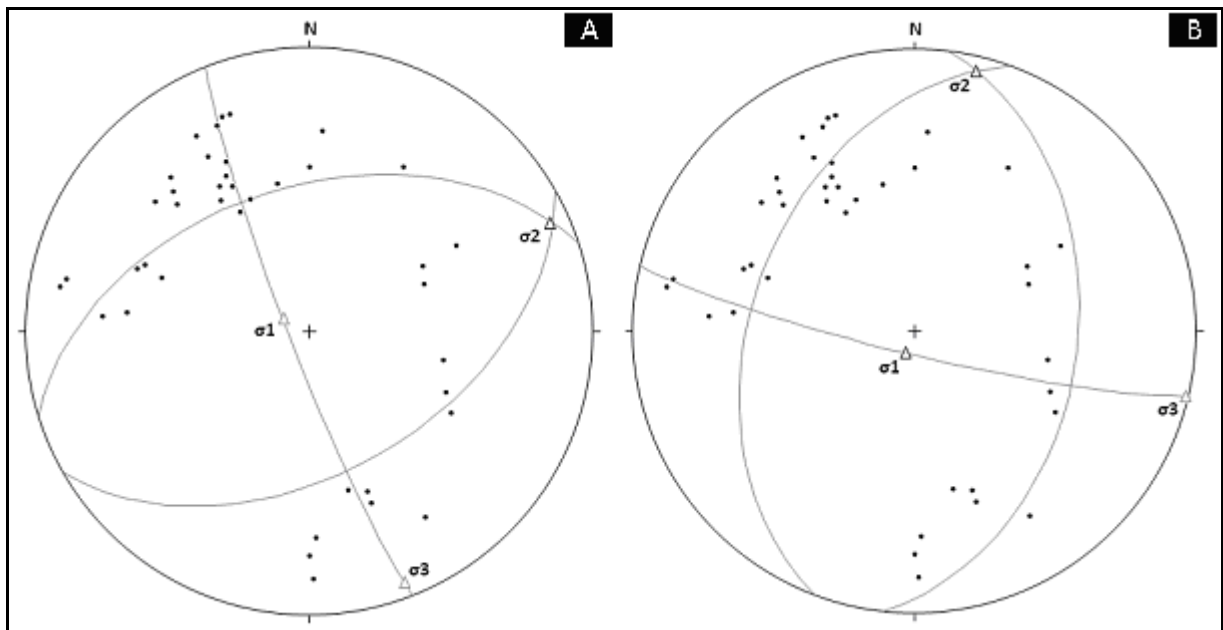


Figura 9. Projeccions estereogràfiques on es calculen els paleoesforços per a les dues famílies de plans conjugats a partir de la seva distribució polar. (A) En el cas de la família de dics amb direcció NE-SW l'esforç principal  $\sigma_1$  té orientació 296/82,  $\sigma_2$  066/08 i  $\sigma_3$  160/06, (B) Per a la família N-S els paleoesforços són:  $\sigma_1$  202/84,  $\sigma_2$  014/06 i  $\sigma_3$  104/02. Utilitzant *Stereonet*.

## 7. Discussió

Per comparació litològica, a la successió de metapsammites i metapelites amb abundants roques volcàniques àcides que afloren en l'àrea estudiada se li pot establir una correlació amb les successions de les mateixes característiques que les de Les Guilleries i Les Gavarres (Martínez et al., 2011; Navidad et al., 2010). Per tant, es pot determinar que els materials estudiats corresponents a la roca encaixant són d'edat caradociana (al voltant de 450 Ma), tot i que aquesta atribució no s'ha pogut demostrar paleontològicament (Santanach et al., 1986).

### **7.1 Condicions d'emplaçament de la roca intrusiva**

Atès a la associació mineral observada en les roques metapelítiques es pot determinar que la intrusió del batòlit granodiorític que donà lloc a la apòfisi estudiada es va produir a poca profunditat i a molt baixa pressió.

La figura de l'annex 11.1 és un diagrama de fases realitzat per a la mostra C2 presa a les Guilleries (F.J, Martínez, sense publicar). L'associació mineral  $Cd + And + Bt + Ms \pm Pl \pm Im$ , semblant a la que és present a les metapelítes estudiades, és estable en un rang de pressions que van des de 1,1 fins a 1,5 Kbar i en un rang de temperatures de 520° a 570°C (camp de color groc del diagrama).

Considerant una densitat mitjana per a les roques de l'escorça terrestre de 2.600 Kg/m<sup>3</sup>, una acceleració de la gravetat terrestre de 9,8 m/s<sup>2</sup>, i les pressions que limiten el camp d'estabilitat de la paragènesi observada en l'àrea d'estudi, determinades a partir de la figura 11.1 dels annexos, s'ha obtingut, mitjançant la següent expressió, una profunditat d'emplaçament aproximada de 4 a 5,5 Km.

$$P = \rho * g * Z \quad Z = \frac{P}{\rho * g}$$

En primera instància, la presència dels porfidoblastes de granat pot semblar desconcertant ja que, tractant-se d'un mineral dens (densitat del granat almandí 4,31 gr/cm<sup>3</sup>), les condicions per a la seva formació estan relacionades amb un metamorfisme de més alta pressió (Deer, 1966), que no es correspon amb les pressions determinades per a l'àrea estudiada.

Tanmateix, la presència de granat a baixa pressió pot ser explicada en base a la seva composició. La figura 4 mostra que els granats són almandins, però en un 11 - 13% espessartita (Mn<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>). La component en espessartita (densitat 4,18gr/cm<sup>3</sup>) implica augment del camp d'estabilitat del granat, permetent-ne la presència en roques formades sota les condicions P-T calculades per a la resta de roques de l'àrea estudiada.

S'ha assumit que la formació del granat present en les metapsammites és coetània a la paragènesis andalusita – cordierita de les metapelites, donat que les dues mostres es van prendre a 600 mts. la una de l'altra i no hi ha cap discontinuïtat estructural entre ambdues roques. A més, les cares idiomòrfiques que presenten els granats indiquen que es van formar durant el transcurs d'un metamorfisme progradant simultani al que origina la paragènesi andalusita – cordierita. Si no fos així, les cares es presentarien corroïdes degut a la posterior desestabilització.

Ara bé, les temperatures de formació del parell granat – biotita de la mostra MC-14.3, obtingudes mitjançant un geotermobaròmetre calibrat per diversos autors i utilitzant el programa GPT (Reche i Martínez, 1996), són de 620° a 720°C. Les temperatures resultants, impliquen de 100° a 150°C per sobre de les condicions de les metapelites (520° - 570°C). Donada la distància horitzontal sobre el terreny entre ambdues roques i la diferència de temperatura es pot estimar un fort gradient tèrmic horitzontal de 170° - 250°C/km, valors esperables en un metamorfisme de contacte en condicions poc profundes.

Per comparació amb l'edat de les roques intrusives de Les Guilleries, sembla raonable inferir en que l'edat de les intrusions i del metamorfisme de contacte relacionat de l'àrea estudiada, van tenir lloc al voltant de 300 Ma, durant el límit Carbonífer – Pèrmic.

### ***7.2 Model d'emplaçament de la roca intrusiva***

Tot i la dispersió de pols de la part inferior de l'estereograma, és clar que la foliació regional  $S_1$  s'orienta formant un plec antiforme. La dispersió dels pols corresponents al flanc nord del plec anticlinal pot haver estat provocada, en certa mesura per la deformació alpina, que modifica les direccions de la foliació regional en les proximitats de la falla.

La cartografia realitzada denota que la intrusió granodiorítica té una orientació aproximada NW-SE, orientant-se subparal·lelament a l'eix del plec anticlinal que forma la foliació regional a gran escala.

Els plecs de crenulació  $S_2$  semblen mantenir un eix similar al del plec anticlinal que forma la foliació  $S_1$ , però el fet que a escala d'aflorament els microplecs de crenulació siguin disharmònics i que no existeixin suficients punts de mesura, fa que l'afirmació no es pugui demostrar gràficament.

Tot i això s'ha determinat que la intrusió es va produir en les fases tardanes de desenvolupament de  $S_2$  (Fig. 10), aprofitant la zona de debilitat originada per els esforços flexurals regionals.

Els esforços que originaren el plec ( $\sigma_1$  horitzontal de direcció NW-SE), però, no concorden amb els esforços calculats necessaris per a que es produeixi la disposició de dics observada. L'explicació més plausible, donat que la foliació regional i la família dominant de dics es tallen a baix angle, és que el factor que va controlar l'emplaçament dels dics fos la pròpia anisotropia de la roca i no el règim d'esforços present en el moment de la intrusió. Els dics es van encaixar aprofitant els plans d'esquistositat, que oferien una resistència menor a causa d'una baixa cohesió i baix angle de fricció interna.

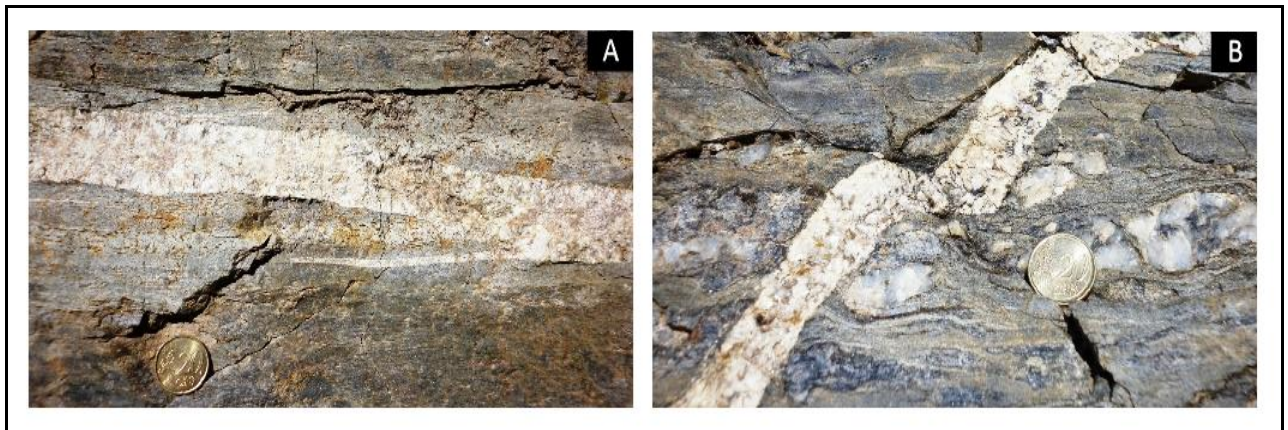


Figura 10. Fotografies on es mostra l'emplaçament de filons de pegmatita sota condicions de certa deformació. (A) Filó de pegmatita amb petites branques apofítiques que es disposen paral·leles a la foliació mostrant el sentit de la cisalla, (B) Filó de pegmatita denotant deformació dúctil en la zona afectada per una fractura. A la part inferior esquerra de la imatge, també s'observa una recristal·lització en BT + Cd del micasquist motejat perteneixent a la roca encaixant. Fotos: I. Estellé.



## 8. Conclusions

La intrusió de granodiorita que va donar lloc al camp de leucogranits aplítics i pegmatítics de l'Escata paleozoica del sector Matadepera – Castellar del Vallès es va emplaçar a una profunditat de 4 a 5,5 Km, sota pressions de 1,1 – 1,5 Kbar, i va induir en les roques metasedimentàries de l'encaixant, un fort gradient tèrmic de 100-150 °C/km. Aquest gradient, deduït a partir de la paragènesi de les metapelites (520° - 570°C) i metapsammites (670°C) és típic d'un metamorfisme de contacte en condicions somes que presumiblement va tenir lloc durant el límit Permo-Carbonífer.

Els dics s'encaixen tallant en baix angle la foliació regional d'una seqüència de roques metasedimentàries i metavolcàniques que per comparació litològica se li ha establert una edat Caradoc, tot aprofitant els plans de debilitat que confereix l'anisotropia de la roca. Aquesta assumptió ha estat feta arrel de que la intrusió granodiorítica és favorable a un plegament antiformal de la foliació regional corresponent a una etapa de deformació  $S_2$  i que els paleoesforços que van originar la disposició del camp de dics no es corresponen amb els que deuriem d'haber format l'estructura antiformal i per tant, l'emplaçament no va ser controlat pels esforços regionals.

## 9. Agraïments

Vull expressar el meu agraïment als catedràtics del departament de Geologia de la UAB, Francisco José Martínez i María Luisa Arboleya, per la seva orientació, per facilitar-me informació i pel seguiment i assessorament en la realització del treball.

També al meu pare, en Manel, que ha estat el meu company durant la realització del treball de camp. A la Trini pels seus consells i suport, moltes gràcies a tots.

## 10. Bibliografia

DEER, W. A. et al., 1966. An Introduction to the Rock Forming Minerals. Longman: Suffolk.

GUIMERA, J., et al., 1992. Història natural dels Països Catalans: Geologia vol. 2. Enciclopèdia catalana S.A: Barcelona.

MARTÍNEZ, F.J., Reche, J., and Iriondo, A., 2008. U-Pb SHRIMP-RG zircon ages of Variscan igneous rocks from the Guillerics massif (NE Iberia pre-Mesozoic basement). Geological implications. *Comptes Rendus Geoscience* v. 340: 223–232.

MARTÍNEZ, F.J., et al., 2011. U-Pb SHRIMP-RG zircon ages and Nd signature of lower Paleozoic rifting-related magmatism in the Variscan basement of the Eastern Pyrenees. *Lithos* 127: 10-23.

NAVIDAD, M., et al., 2010. Geochemical characterization and isotopic age of Caradocian magmatism in the northeastern Iberian Peninsula: Insights into the Late Ordovician evolution of the northern Gondwana margin. *Gondwana Research* 17: 325-337.

PARCERISA, D., 2007. Origen dels carbonats intraconicals de Vallparadís (Terrassa): implicacions sobre la paleogeografia del Pleistocè inferior i mitjà. 8pp.

RECHE, J. i MARTÍNEZ, F.J., 1996. GPT: an Excel spreadsheet for thermobarometric calculations in metapelitic rocks. *Computers & Geosciences* 22 Issue 7: 775-784.

SANTANACH, P., et al., 1986. Història natural dels Països Catalans: Geologia vol. 1. Enciclopèdia catalana S.A: Barcelona.

UBACH, J., 1990. Geología de los materiales Paleozoicos de las Escamas de la cordillera prelitoral catalana al Este del río Llobregat. *Acta. Geol. Hisp.* 25: 113-121.

## 11. Annexos

### 11.1 Diagrama de fases mostra C2 de Les Guilleries

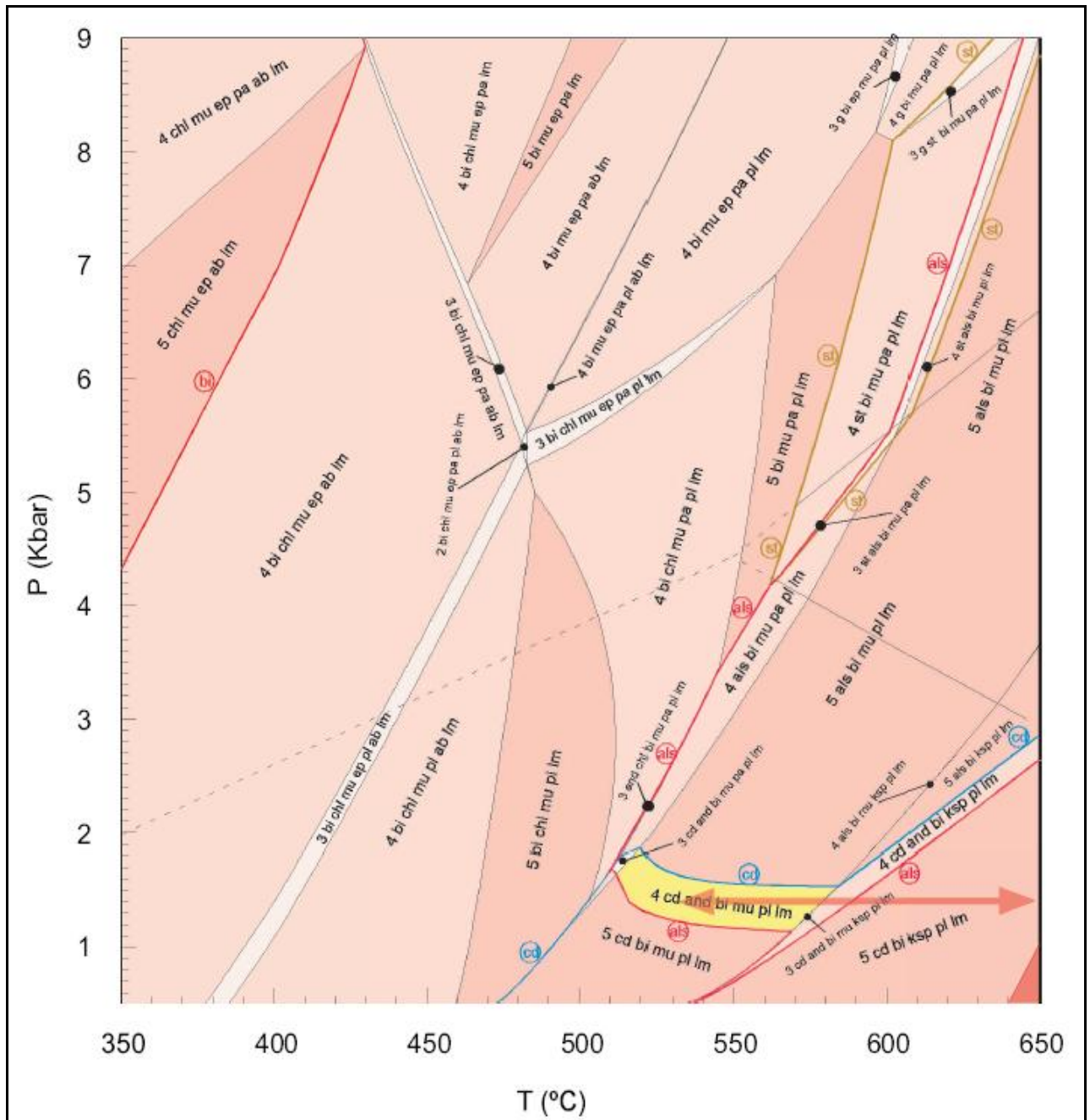


Figura 11.1. Diagrama de fases d'una mostra metapelítica de Les Guilleries, similar a la roca metapelítica de la zona estudiada. El camp de color groc reflexa les condicions P-T per a la formació de la paragènesis cd – and. El camp de color vermell, en l'extrem inferior dret del diagrama, és el camp d'estabilitat de la paragènesis grt – bt, projectat a partir de les dades obtingudes del geotermobaròmetre GPT. La fletxa de color vermell horitzontal representa la diferència en les condicions de temperatura entre les dues paragènesis.

## 11.2 Taules de dades fòrmules estructurals de granat i biotita

Granat - Centre										
Òxid	Pes %	Pmolecular	mol Òxid	Oxígens/mol	mol Oxígen	mol ÒxidN 12	Catió/anió	mol catió	Cations	
Na2O	0,19	61,98	0,003	1	0,003	0,01	2	0,03	Si	3,34
MgO	1,52	40,32	0,038	1	0,038	0,18	1	0,18	Al_IV	0,00
Al2O3	18,13	101,94	0,178	3	0,534	2,55	0,7	1,70		3,00
SiO2	41,94	60,09	0,698	2	1,396	6,68	0,5	3,34	Al_VI	1,70
K2O	0,13	94,20	0,001	1	0,001	0,01	2	0,01	Ti	0,01
CaO	1,06	56,08	0,019	1	0,019	0,09	1	0,09	Cr	0,00
TiO2	0,19	79,90	0,002	2	0,005	0,02	0,5	0,01	Fe3+	0,00
MnO	4,98	70,94	0,070	1	0,070	0,34	1	0,34		1,71
FeO	31,88	71,85	0,444	1	0,444	2,12	1	2,12		
									Fe2+	2,12
<b>Total</b>	<b>100,02</b>				<b>2,51</b>	<b>12</b>		<b>7,82</b>	<b>Mn</b>	<b>0,34</b>
									<b>Mg</b>	<b>0,18</b>
				<b>Fact. O</b>	<b>4,78</b>				<b>Ca</b>	<b>0,09</b>
									<b>Na</b>	<b>0,03</b>
									<b>K</b>	<b>0,01</b>
										<b>2,73</b>
<b>Almandí</b>	<b>77,77</b>	<b>Pirop</b>	<b>6,61</b>	<b>Espessartita</b>	<b>12,30</b>					

Granat - Bora 1										
Òxid	Pes %	Pmolecular	mol Òxid	Oxígens/mol	mol Oxígen	mol ÒxidN 12	Catió/anió	mol catió	Cations	
Na2O	0,60	61,98	0,010	1	0,010	0,05	2	0,09	Si	3,36
MgO	1,63	40,32	0,040	1	0,040	0,19	1	0,19	Al_IV	0,00
Al2O3	18,39	101,94	0,180	3	0,541	2,57	0,7	1,72		3,00
SiO2	42,48	60,09	0,707	2	1,414	6,72	0,5	3,36	Al_VI	1,72
K2O	0,43	94,20	0,005	1	0,005	0,02	2	0,04	Ti	0,01
CaO	0,93	56,08	0,017	1	0,017	0,08	1	0,08	Cr	0,00
TiO2	0,13	79,90	0,002	2	0,003	0,02	0,5	0,01	Fe3+	0,00
MnO	4,32	70,94	0,061	1	0,061	0,29	1	0,29		1,72
FeO	31,08	71,85	0,433	1	0,433	2,06	1	2,06		
									Fe2+	2,06
<b>Total</b>	<b>99,99</b>				<b>2,52</b>	<b>12</b>		<b>7,84</b>	<b>Mn</b>	<b>0,29</b>
									<b>Mg</b>	<b>0,19</b>
				<b>Fact. O</b>	<b>4,76</b>				<b>Ca</b>	<b>0,08</b>
									<b>Na</b>	<b>0,09</b>
									<b>K</b>	<b>0,04</b>
										<b>2,62</b>
<b>Almandí</b>	<b>78,58</b>	<b>Pirop</b>	<b>7,34</b>	<b>Espessartita</b>	<b>11,06</b>					

<b>Granat - Bora 2</b>										
<b>Òxid</b>	<b>Pes %</b>	<b>Pmolecular</b>	<b>mol Òxid</b>	<b>Oxígens/mol</b>	<b>mol Oxígen</b>	<b>mol ÒxidN 12</b>	<b>Catió/anió</b>	<b>mol catió</b>	<b>Cations</b>	
Na2O	0,57	61,98	0,009	1	0,009	0,04	2	0,09	Si	3,40
MgO	1,48	40,32	0,037	1	0,037	0,17	1	0,17	Al_IV	0,00
Al2O3	18,47	101,94	0,181	3	0,544	2,57	0,7	1,71		3,00
SiO2	43,16	60,09	0,718	2	1,437	6,80	0,5	3,40	Al_VI	1,71
K2O	0,51	94,20	0,005	1	0,005	0,03	2	0,05	Ti	0,01
CaO	0,92	56,08	0,016	1	0,016	0,08	1	0,08	Cr	0,00
TiO2	0,15	79,90	0,002	2	0,004	0,02	0,5	0,01	Fe3+	0,00
MnO	4,35	70,94	0,061	1	0,061	0,29	1	0,29		1,72
FeO	30,4	71,85	0,423	1	0,423	2,00	1	2,00		
									Fe2+	2,00
<b>Total</b>	<b>100,01</b>				<b>2,54</b>	<b>12</b>		<b>7,80</b>	<b>Mn</b>	<b>0,29</b>
									<b>Mg</b>	<b>0,17</b>
				<b>Fact. O</b>	<b>4,73</b>				<b>Ca</b>	<b>0,08</b>
									<b>Na</b>	<b>0,09</b>
									<b>K</b>	<b>0,05</b>
										<b>2,54</b>
<b>Almandí</b>	<b>78,71</b>	<b>Pirop</b>	<b>6,83</b>	<b>Espessartita</b>	<b>11,41</b>					

<b>Granat - Bora altre</b>										
<b>Òxid</b>	<b>Pes %</b>	<b>Pmolecular</b>	<b>mol Òxid</b>	<b>Oxígens/mol</b>	<b>mol Oxígen</b>	<b>mol ÒxidN 12</b>	<b>Catió/anió</b>	<b>mol catió</b>	<b>Cations</b>	
Na2O	0,35	61,98	0,0056	1	0,006	0,03	2	0,053	Si	3,52
MgO	1,40	40,32	0,0347	1	0,035	0,16	1	0,163	Al_IV	0,00
Al2O3	17,39	101,94	0,1706	3	0,512	2,41	0,7	1,604		3,00
SiO2	44,99	60,09	0,7487	2	1,497	7,04	0,5	3,520	Al_VI	1,60
K2O	0,15	94,20	0,0016	1	0,002	0,01	2	0,015	Ti	0,00
CaO	0,86	56,08	0,0153	1	0,015	0,07	1	0,072	Cr	0,00
TiO2	0,03	79,90	0,0004	2	0,001	0,00	0,5	0,002	Fe3+	0,00
MnO	4,36	70,94	0,0615	1	0,061	0,29	1	0,289		1,61
FeO	30,47	71,85	0,4241	1	0,424	1,99	1	1,993		
									Fe2+	1,99
<b>Total</b>	<b>100</b>				<b>2,55</b>	<b>12</b>		<b>7,71</b>	<b>Mn</b>	<b>0,29</b>
									<b>Mg</b>	<b>0,16</b>
				<b>Fact. O</b>	<b>4,70</b>				<b>Ca</b>	<b>0,07</b>
									<b>Na</b>	<b>0,05</b>
									<b>K</b>	<b>0,01</b>
										<b>2,52</b>
<b>Almandí</b>	<b>79,18</b>	<b>Pirop</b>	<b>6,48</b>	<b>Espessartita</b>	<b>11,48</b>					

<b>Granat - Centre altre</b>										
<b>Òxid</b>	<b>Pes %</b>	<b>Pmolecular</b>	<b>mol Òxid</b>	<b>Oxígens/mol</b>	<b>mol Oxígen</b>	<b>mol ÒxidN 12</b>	<b>Catió/anió</b>	<b>mol catió</b>	<b>Cations</b>	
Na2O	0,47	61,98	0,008	1	0,008	0,04	2	0,07	Si	3,29
MgO	1,51	40,32	0,037	1	0,037	0,18	1	0,18	Al_IV	0,00
Al2O3	18,28	101,94	0,179	3	0,538	2,58	0,7	1,72		3,00
SiO2	41,22	60,09	0,686	2	1,372	6,59	0,5	3,29	Al_VI	1,72
K2O	0,19	94,20	0,002	1	0,002	0,01	2	0,02	Ti	0,01
CaO	1,57	56,08	0,028	1	0,028	0,13	1	0,13	Cr	0,00
TiO2	0,09	79,90	0,001	2	0,002	0,01	0,5	0,01	Fe3+	0,00
MnO	4,62	70,94	0,065	1	0,065	0,31	1	0,31		1,73
FeO	32,06	71,85	0,446	1	0,446	2,14	1	2,14		
									Fe2+	2,14
<b>Total</b>	<b>100,01</b>				<b>2,50</b>	<b>12</b>		<b>7,88</b>	<b>Mn</b>	<b>0,31</b>
									<b>Mg</b>	<b>0,18</b>
				<b>Fact. O</b>	<b>4,80</b>				<b>Ca</b>	<b>0,13</b>
									<b>Na</b>	<b>0,07</b>
									<b>K</b>	<b>0,02</b>
										<b>2,77</b>
<b>Almandí</b>	<b>77,36</b>	<b>Pirop</b>	<b>6,49</b>	<b>Espessartita</b>	<b>11,29</b>					

<b>Granat 3</b>										
<b>Òxid</b>	<b>Pes %</b>	<b>Pmolecular</b>	<b>mol Òxid</b>	<b>Oxígens/mol</b>	<b>mol Oxígen</b>	<b>mol ÒxidN 12</b>	<b>Catió/anió</b>	<b>mol catió</b>	<b>Cations</b>	
Na2O	0,26	61,98	0,004	1	0,004	0,02	2	0,04	Si	3,22
MgO	1,54	40,32	0,038	1	0,038	0,18	1	0,18	Al_IV	0,00
Al2O3	19,11	101,94	0,187	3	0,562	2,72	0,7	1,81		3,00
SiO2	40,02	60,09	0,666	2	1,332	6,43	0,5	3,22	Al_VI	1,81
K2O	0,17	94,20	0,002	1	0,002	0,01	2	0,02	Ti	0,00
CaO	0,97	56,08	0,017	1	0,017	0,08	1	0,08	Cr	0,00
TiO2	0,06	79,90	0,001	2	0,002	0,01	0,5	0,00	Fe3+	0,00
MnO	4,64	70,94	0,065	1	0,065	0,32	1	0,32		1,81
FeO	33,23	71,85	0,462	1	0,462	2,23	1	2,23		
									Fe2+	2,23
<b>Total</b>	<b>100</b>				<b>2,49</b>	<b>12</b>		<b>7,90</b>	<b>Mn</b>	<b>0,32</b>
									<b>Mg</b>	<b>0,18</b>
				<b>Fact. O</b>	<b>4,83</b>				<b>Ca</b>	<b>0,08</b>
									<b>Na</b>	<b>0,04</b>
									<b>K</b>	<b>0,02</b>
										<b>2,82</b>
<b>Almandí</b>	<b>79,28</b>	<b>Pirop</b>	<b>6,55</b>	<b>Espessartita</b>	<b>11,21</b>					

**Biotita en contacte amb el granat 1**

Òxid	Pes %	Pmolecular	mol Òxid	Oxígens/mol	mol Oxígen	mol ÒxidN 24	Catió/anió	mol catió	Cations	
Na2O	1,09	61,98	0,018	1	0,018	0,16	2	0,33	Si	6,91
MgO	4,29	40,32	0,106	1	0,106	0,98	1	0,98	Al_IV	1,09
Al2O3	18,02	101,94	0,177	3	0,530	4,91	0,7	3,27		8,00
SiO2	44,89	60,09	0,747	2	1,494	13,83	0,5	6,91	Al_VI	2,19
K2O	7,32	94,20	0,078	1	0,078	0,72	2	1,44	Ti	0,27
CaO	0,47	56,08	0,008	1	0,008	0,08	1	0,08	Cr	0,00
TiO2	2,31	79,90	0,029	2	0,058	0,54	0,5	0,27	Fe2+	2,75
MnO	0,29	70,94	0,004	1	0,004	0,04	1	0,04	Mn	0,04
FeO	21,31	71,85	0,297	1	0,297	2,75	1	2,75	Mg	0,98
										6,22
<b>Total</b>	<b>99,99</b>				<b>2,59</b>	<b>24</b>		<b>16,06</b>		
									Ca	0,08
				<b>Fact. O</b>	<b>9,26</b>				Na	0,33
									K	1,44
										1,84

**Biotita en contacte amb el granat 2**

Òxid	Pes %	Pmolecular	mol Òxid	Oxígens/mol	mol Oxígen	mol ÒxidN 24	Catió/anió	mol catió	Cations	
Na2O	1	61,98	0,016	1	0,016	0,15	2	0,30	Si	6,87
MgO	4,08	40,32	0,101	1	0,101	0,94	1	0,94	Al_IV	1,13
Al2O3	17,98	101,94	0,176	3	0,529	4,93	0,7	3,29		8,00
SiO2	44,26	60,09	0,737	2	1,473	13,73	0,5	6,87	Al_VI	2,15
K2O	7,32	94,20	0,078	1	0,078	0,72	2	1,45	Ti	0,24
CaO	0,39	56,08	0,007	1	0,007	0,06	1	0,06	Cr	0,00
TiO2	2,03	79,90	0,025	2	0,051	0,47	0,5	0,24	Fe2+	2,92
MnO	0,47	70,94	0,007	1	0,007	0,06	1	0,06	Mn	0,06
FeO	22,48	71,85	0,313	1	0,313	2,92	1	2,92	Mg	0,94
										6,31
<b>Total</b>	<b>100,01</b>				<b>2,57</b>	<b>24</b>		<b>16,13</b>		
									Ca	0,06
				<b>Fact. O</b>	<b>9,32</b>				Na	0,30
									K	1,45
										1,81

**Biotita en contacte amb el granat 3**

Òxid	Pes %	Pmolecular	mol Òxid	Oxígens/mol	mol Oxígen	mol ÒxidN 24	Catió/anió	mol catió	Cations	
Na2O	0,83	61,98	0,013	1	0,013	0,12	2	0,25	Si	6,82
MgO	4,36	40,32	0,108	1	0,108	1,01	1	1,01	Al_IV	1,18
Al2O3	18,24	101,94	0,179	3	0,537	5,00	0,7	3,33		8,00
SiO2	44	60,09	0,732	2	1,464	13,64	0,5	6,82	Al_VI	2,15
K2O	7,07	94,20	0,075	1	0,075	0,70	2	1,40	Ti	0,24
CaO	0,36	56,08	0,006	1	0,006	0,06	1	0,06	Cr	0,00
TiO2	2,08	79,90	0,026	2	0,052	0,48	0,5	0,24	Fe2+	2,91
MnO	0,63	70,94	0,009	1	0,009	0,08	1	0,08	Mn	0,08
FeO	22,42	71,85	0,312	1	0,312	2,91	1	2,91	Mg	1,01
										6,39
<b>Total</b>	<b>99,99</b>				<b>2,58</b>	<b>24</b>		<b>16,10</b>		
				<b>Fact. O</b>	<b>9,31</b>				<b>Ca</b>	<b>0,06</b>
									<b>Na</b>	<b>0,25</b>
									<b>K</b>	<b>1,40</b>
										<b>1,71</b>







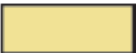
**Biotita - bora en contacte amb el granat 3**

Òxid	Pes %	Pmolecular	mol Òxid	Oxígens/mol	mol Oxígen	mol ÒxidN 24	Catió/anió	mol catió	Cations	
Na2O	0,48	61,98	0,008	1	0,008	0,07	2	0,14	Si	6,93
MgO	4,52	40,32	0,112	1	0,112	1,04	1	1,04	Al_IV	1,07
Al2O3	17,91	101,94	0,176	3	0,527	4,89	0,7	3,26		8,00
SiO2	44,87	60,09	0,747	2	1,493	13,86	0,5	6,93	Al_VI	2,19
K2O	7,14	94,20	0,076	1	0,076	0,70	2	1,41	Ti	0,21
CaO	0,22	56,08	0,004	1	0,004	0,04	1	0,04	Cr	0,00
TiO2	1,8	79,90	0,023	2	0,045	0,42	0,5	0,21	Fe2+	2,93
MnO	0,41	70,94	0,006	1	0,006	0,05	1	0,05	Mn	0,05
FeO	22,65	71,85	0,315	1	0,315	2,93	1	2,93	Mg	1,04
										6,42
<b>Total</b>	<b>100</b>				<b>2,59</b>	<b>24</b>		<b>16,01</b>		
				<b>Fact. O</b>	<b>9,28</b>				<b>Ca</b>	<b>0,04</b>
									<b>Na</b>	<b>0,14</b>
									<b>K</b>	<b>1,41</b>
										<b>1,59</b>









### 11.3 Mapa geològica escala 1:10.000

#### MATERIALS

	Dipòsits quaternaris.
	Fàcies Muschelkalk. Triàsic Mitjà - Superior.
	Fàcies Buntsandstein. Triàsic Inferior - Mitjà.
	Leucogranit aplític - pegmatític. Carbonífer - Permià.
	Granodiorita. Carbonífer - Permià.
	Roques metaignimbriques. Ordovicià Superior.
	Roques metasedimentàries indiferenciades. Ordovicià Superior.

#### SÍMBOLS

	Contacte discordant
	Contacte concordant
	Contacte intrusiu
	Encavalcament
	Esquistositat
	Estratificació

