

7.- ROQUES I MINERALS INDUSTRIALS

7.1.- Introducció (conceptes generals)

L'explotació de les roques i minerals industrials constitueix un dels recursos geològics de major interès econòmic. Es tracta de matèries primeres que s'obtenen de l'escorça terrestre i que s'apliquen directament o bé després de preparar-les mitjançant processos simples. En cap cas no s'exploten per beneficiar-ne elements químics, com succeeix amb els jaciments minerals, o per obtenir-ne l'energia potencial que contenen, cas dels recursos geoenergètics. Una de les principals característiques d'aquests recursos és la seva abundància a l'escorça, enormement superior si es compara amb la dels jaciments minerals i dels recursos geoenergètics. Aquest fet és determinant perquè en condiciona el preu de mercat, en general molt baix, i de retruc, fa que el tipus d'explotació tendeixi a ser el més simple possible per reduir-ne les despeses d'extracció. Sovint és la distància entre l'explotació i el lloc d'aplicació del recurs el que en determina el preu final, ja que el transport encareix sobremanera aquests materials.

En funció dels usos i del sector industrial en què s'apliquen, aquests materials es solen dividir en sis categories principals: roques ornamentals i de construcció, àrids, aglomerants, ceràmiques, vidres i abrasius.

Les **roques ornamentals i de construcció** s'utilitzen amb la finalitat de revestir o d'embellir façanes o d'altres elements de les construccions (teulats, esglaons, columnes, dintells, etc.). Són els més valuosos, especialment els que s'apliquen després d'operacions de tallat i poliment. El volum total de material explotat a Catalunya és sensiblement baix respecte dels altres sectors (400.000 t l'any 1998).

Els **àrids** són partícules de roca que, unides amb o sense lligant, constitueixen una part o la totalitat d'una estructura constructiva o obra civil (Smith & Collis, 1994). Els diferents usos dels àrids requereixen una mida dels fragments de roca molt específica, que es pot obtenir directament de sediments sense consolidar (àrids naturals) o bé a partir d'un procés de trituració (àrids de trinxat). Són les roques industrials de preu més baix però més consumides: 31.493.000 t van ser explotades a Catalunya l'any 1998, el que representa un consum anual per càpita d'unes 5 t. Per la seva aplicació, aquestes partícules de roca es subdivideixen en cinc camps específics:

- Àrids industrials, utilitzats a la construcció per fer formigó, morter i paviments sense lligant.
- Àrids amb lligants bituminosos, que s'empren per fer l'asfalt de les carreteres, pistes d'aeroports i carrers.
- Balast, que es fa servir com a suport per a les vies de ferrocarril.
- Filtrants, utilitzats per al drenatge de terrenys i d'estructures, així com a filtres de pous.

- Esculleres, que són blocs de roca de mida mètrica que es fan servir en estructures de contenció de talussos de vies de comunicació i en la construcció d'obres portuàries i de defensa litoral.

Sota la denominació d'**aglomerants** s'inclouen aquells materials que, una vegada sotmesos a un tractament simple de trituració i cocció, s'utilitzen per lligar partícules o per fer elements prefabricats. Dins aquesta categoria es poden diferenciar tres grans grups de materials: el guix, el ciment i la calç. El guix deriva de la cocció entre 130 i 180° C de sulfat càlcic dihidratat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), prèviament triturat (en aquest cas, el mineral, la roca i el producte tenen el mateix nom: guix). Un 25% de les 690.000 t d'aquest material que es van explotar a Catalunya l'any 1998 van utilitzar-se per a la fabricació de ciment pòrtland, que resulta de la cocció a 1.450° C d'una barreja de calcària, argila, sorra silícica (o gres) i guix. A partir de la cocció de margues s'obté una altra varietat de ciment, anomenada *natural*. Finalment, la calç hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) és un producte que deriva de la calcinació a 1.100° C de carbonat de calci (CaCO_3), que generalment prové de calcàries, i d'un refredament posterior amb aigua.

Les **ceràmiques** inclouen un ampli conjunt de productes que deriven de la cocció de materials argilosos prèviament amassats. Majoritàriament es tracta d'argiles rogenques que s'usen per fabricar material de rajoleria, també anomenada ceràmica basta, d'àmplia aplicació al sector de la construcció (teules, totxanes, maons, etc). Menys freqüents són les argiles que s'utilitzen per fer refractaris o, amb l'addició d'altres components (per exemple feldspats molts provinents de pegmatites), per fer ceràmiques blanques (sanitaris, vaixelles, etc.). L'explotació d'argila a Catalunya l'any 1998 va ser de 2.500.000 t.

El **vidre** s'obté a partir de la cocció a 1.500° C de sorra quarzítica o de quars trinxat artificialment. Avui dia és un material molt poc explotat a Catalunya.

Els **abrasius** inclouen diferents minerals que, per la seva elevada duresa, es fan servir per polir superfícies. Entre els més utilitzats destaquen els granats, el corindó i el diamant.

7.2.- Valoració dels recursos de roques i minerals industrials a la zona estudiada

Són diverses les formacions rocalloses aflorants a la zona estudiada que tenen aplicació en el camp de les roques i minerals industrials. La valoració com a recurs que es fa de cadascuna de les unitats geològiques es fonamenta essencialment en les seves característiques mineralògiques i estructurals, així com en l'ús a què es destinen o destinaven en les diferents explotacions, tant actives com inactives, existents en el context territorial estudiat i en les àrees adjacents.

Puntualment es fan constar els valors de diferents assaigs de les propietats físiques dels materials que figuren en treballs publicats i informes inèdits sobre àrids i roques ornamentals de la zona estudiada (Font et al., 1987; ITGE, 1986). D'altra banda, s'incideix en les limitacions d'aprofitament d'aquests materials imposades per la protecció del sòl, sobre tot en les zones definides com a espais d'interès natural. A més es fa una valoració de l'impacte paisatgístic de les explotacions existents. Tanmateix, no es contempen aquí els problemes específics que la seva explotació pot comportar sobre el medi hídic i sobre els recursos geoculturals, aspectes aquests que són tractats de manera detallada en l'apartat d'impactes.

7.2.1.- Roques ornamentals i de construcció

Es tracta, com ja s'ha assenyalat, dels productes més valuosos dins aquest conjunt de recursos. Tot i que quasi actualment només hi ha petites explotacions que es beneficien de material per a aquest ús, les possibilitats d'algunes formacions geològiques en aquest sentit són prou grans i, de fet, hi ha constància d'aprofitaments en el passat.

Les característiques principals que cal tenir en compte a l'hora de valorar la idoneïtat de les formacions rocalloses dins aquest camp són: la composició de la roca, el color, la mida de gra, l'homogeneïtat, el grau d'alteració, les oxidacions i la mida dels blocs. Especialment important és aquest darrer aspecte, ja que, per terme general, els blocs extrets han de ser superiors a 1 m³ en el cas que requereixin operacions posteriors de talla i polit. Cal considerar també altres aspectes, especialment la mida dels afloraments, que determina les reserves; el recubriment; la topografia, que determina l'accessibilitat a la zona; així com l'impacte ambiental previsible de l'explotació.

Les unitats geològiques a priori més interessants com a recurs en el camp de les roques ornamentals i de construcció són les següents (Annexe 1, mapa 3):

A) GRANITS DE GRA MITJA

A l'oest de Santa Coloma de Farners, dins el massís de les Guïlleries, es localitza una massa de monzogranits leucocràtics de mida de gra mitjana i de color rosat. S'hi poden identificar diverses zones de roca inalterada en les que l'espaiat de les fractures és superior a 1 m i on és possible obtenir blocs de mida suficientment gran com per tallar i polir la roca. Morfològicament, aquestes zones es posen de manifest per la presència de nuclis bolars inalterats i de relleus prominents de tipus dom i castell rocallós.

En tot aquest sector, especialment al voltant de l'ermita de Farners, han estat explotades, fins fa uns 5 anys, nombroses boles granítiques per a l'obtenció de roca de ornamental i de construcció. La tècnica consistia en trencar els nuclis bolars escampats pels vessants mitjançant tascons i el

repicat posterior dels fragments fins a obtenir blocs amb les dimensions i la forma desitjada. És un tipus d'explotació gairebé artesanal, àmpliament arrelada a les zones granítiques peninsulars, especialment a Extremadura, Galícia, Castella i Lleó i Madrid, amb un impacte sobre el medi relativament baix, ja que només es tradueix en l'eliminació de les formes granítiques afectades.

Potencialment, aquests materials poden ser explotats de manera intensiva mitjançant pedreres instal·lades en els relleus prominents (doms i castells rocallosos), on les reserves són molt grans. D'altra banda, són susceptibles de talla i polit, de manera que la seva valoració com a roca ornamental s'ha de considerar com a satisfactòria. Tanmateix, cal considerar com a trets negatius la presència de nuclis i bandes pegmatítics, que determinen un cert grau d'heterogeneïtat a la roca; i el color rosat clar, a priori poc valorat en el mercat.

A la zona s'hi ha cartografiat un total de 13,8 km² d'aquests materials, potencialment explotables. La principal limitació a que es veu subjecte l'explotació d'aquestes roques rau en l'impacte que genera sobre les formes granítiques, les quals per la seva singularitat es consideren un recurs geocultural, i en les afeccions puntuals que generen en jaciments arqueològics, concretament en el enterraments calcolítics existents en les cavitats d'aquests caos de boles. S'ha localitzat una única explotació¹ actual d'aquests materials, situada al terme municipal de Riudarenes, que està actualment en actiu tot i que no té la restauració iniciada, i té un permís d'explotació de 0.0064 km².

B) GRANODIORITES (no alterades a sauló)

En diferents indrets dels massissos de les Gavarres, de les Guilleries i de la Selva Marítima apareixen nuclis bolars inalterats de composició granodiorítica susceptibles d'ésser utilitzats com a roca ornamental i de construcció. Tanmateix, només als vessants de ponent de Santa Coloma de Farners la concentració d'aquestes boles és suficientment gran per fer preveure una explotació rendible. Les granodiorites d'aquest sector són de mida de gra mitjana a grossa i de color gris fosc degut a la gran quantitat de biotita que contenen. La presència d'enclavaments quarsdiorítics de mida variable i de bandes d'acumulació de màfics determinen que la roca sigui notablement heterogènia, fet que cal considerar poc favorable. Per contra, el color fosc de la roca és un tret positiu, ja que és més valorat en el mercat de la roca ornamental.

En tota la zona estudiada hi ha un total de 0,8 km² de granodiorites no alterades a sauló. D'aquests, solament es poden arribar a explotar els nuclis bolars escampats per la superfície, que representen aproximadament el 30 % de l'àrea total, de manera que les reserves existents són molt petites. També cal considerar que són molt inferiors a les d'altres zones properes, a les que afloren doms i altres formes prominents afaiçonades en materials semblats (sector sud-est del massís de les Gavarres i les Alberes, per exemple) i on hi ha hagut diverses pedreres que fornien roca per a

¹ Les dades de les activitats extractives actuals s'han obtingut de la base de dades del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

la construcció. L'impacte negatiu que tindria l'explotació d'aquestes boles sobre el patrimoni geològic i arqueològic és idèntic al ja comentat dels granits de gra mitjà de Santa Coloma de Farners. No s'ha trobat cap explotació actual d'aquest conjunt de materials com a ús de roca ornamental.

C) PÒRFIRS

Són nombrosos els dics de pòrfirs que travessen els materials paleozoics de la zona estudiada. En general, la seva espessor és molt petita i solen trobar-se molt alterats, especialment aquelles varietats de composició bàsica. Tanmateix, n'hi ha alguns que assoleixen potències de fins a 12 m i es presenten poc o gens alterats, de manera que podrien arribar a ser interessants com a recurs dins el camp de les roques ornamentals i de construcció. Aquests dics es localitzen formant faixes discontinües als massissos de la Selva marítima i de les Gavarres, i arriben a formar agrupacions denses a les Guillerries, sobre tot prop de l'embassament de Susqueda, fora de la zona estudiada.

Les principals característiques de la roca són la textura porfírica, amb fenocristalls de quars, feldspat potàssic, plagiòclasi i biotita, immersos en una matriu quarsofeldespàtica microcristal·lina. El color és molt variable: sovint són de tons vermellosos, però manquen dics de roques verdoses, blanquinoses i gris negreses. Un factor molt limitant en aquest cas el grau de fracturació de la roca, ja que no és possible extreure blocs superiors a 0,5 m³, i la majoria són notablement inferiors a aquesta mida, de manera que el volum de material aprofitable és molt baix.

En conjunt les reserves són petites, ja que es limiten a les dimensions del dic, i la seva explotació en profunditat requereix mobilitzar un volum de material molt gran. En tota la zona cartografiada s'hi ha localitzat un total de 3,9 km² de pòrfirs. Aquest fet, junt amb l'alta fracturació de la roca fa que no sigui adient la seva utilització com a roca ornamental. Tot i això, sí que han estat explotades com a pedra de construcció, concretament per fer llambordes, activitat aquesta avui dia ja obsoleta. Els aprofitaments actuals d'aquests materials se situarien íntegrament dins del camp dels àrids de trinxat, tot i que no s'ha trobat a la zona cap activitat extractiva actual que exploti aquests materials amb aquesta finalitat.

E) BASALTS

Les roques volcàniques massives aflorants a la zona estudiada són potencialment aptes en el camp de les roques ornamentals i de construcció. De fet, hi ha aprofitaments de materials similars a aquests a la comarca de la Garrotxa, fonamentalment aplicats a la construcció.

Dins el context territorial estricta de la zona estudiada, són nombrosos els afloraments de basalts (els quals ja han estat detallats en apartats anteriors), en total s'han cartografiat 8,2 km² on afloren aquests materials, però sovint es troben recoberts per dipòsits sedimentaris del Pliocè i del

Quaternari (sector de Caldes de Malavella i de Vidreres, per exemple), que en compliquen l'extracció pel volum de material que cal remoure, o bé són de dimensions tan reduïdes que la rendibilitat de l'explotació seria nul·la. A més, el grau d'alteració d'aquests materials és sovint gran i, per això, tenen poc interès com a roques industrials. Únicament a l'entorn de Maçanet de la Selva i de Riudarenes es localitzen basalts a priori susceptibles d'ésser explotats com a roca ornamental i de construcció.

Les característiques més favorables d'aquestes roques són la seva homogeneïtat composicional i el seu color negre, més apreciat en el mercat. La presència de vacuoles distribuïdes de forma irregular fa que la roca adquireixi una certa heterogeneïtat. Més problemàtica és la disjunció en lloses present a molts nivells, que condiciona la mida dels blocs que s'extreuen, sempre inferiors a $0,1 \text{ m}^3$. Aquest fet limita en gran mesura la utilització d'aquests materials en el camp de les roques ornamentals i de construcció, de manera que les explotacions existents únicament els aprofiten com a àrids de trinxat. De fet hi ha comptabilitzades a la zona 11 pedreres en actiu i un permís d'explotació d'aquests materials, però en cap cas és explotat com a roca ornamental sinó que s'extreu per a balast.

F) PISSARRES I ESQUISTS

L'aplicació tradicional de pissarres i esquits com a roca de construcció, fonamentalment per fer teulades i revestiments exteriors de façanes, justifica fer-ne una valoració en el context de la zona estudiada. Dins la zona estudiada els afloraments se situen majoritàriament al massís de les Gavarres i, en menor proporció al de les Guilleries, on apareixen sovint transformats en cornianes per efecte del metamorfisme de contacte. D'altra banda, a la Selva marítima únicament afloren cornianes. Ocupen en una àrea total de $32,87 \text{ km}^2$.

Les característiques més limitants de les pissarres i esquits d'aquests massissos són la seva marcada heterogeneïtat, ja que deriven d'una sèrie gresopelítica en la que hi ha una alternança de capes centimètriques de sorres de gra fi i de lutites. A més, el grau d'alteració superficial és elevat, de manera que cal eliminar un recubriment d'uns 10 m de mitjana abans d'assolir nivells explotables. Cal afegir també com a tret negatiu que aquestes roques són afectades per plecs a petita escala, localment molt apretats, que fan inviable l'extracció de lloses planes. Tenint en compte aquests fets, aquests materials s'han de considerar com a no aptes pel camp de les roques ornamentals i de construcció. Altrament, les cornianes s'exploten puntualment com a àrids de trinxat. En tota la zona d'estudi no s'ha localitzat cap activitat extractiva actual que exploti aquest materials, ni com a roca ornamental ni com a àrid.

G) GNEISSOS

Dins els termes municipals de Santa Coloma de Farners i de Brunyola, als vessants orientals de les Guilleries, afloren nivells potents de gneissos leucocràtics, que ocupen una àrea total de 5,3 km². La composició mineralògica, rica en plagiòclasis, i l'elevat índex de discontinuïtats (diàclasis i foliació) han comportat una profunda alteració en aquestes roques, de manera que presenten un recobriment espès que no facilita l'explotació. D'altra banda, aquestes mateixes discontinuïtats impedeixen l'obtenció de blocs de mida adient per ser tractats com a roca ornamental. Els únics aprofitaments coneguts, fora de la zona estudiada, són com a àrids de trinxat.

H) MARBRES

Als massissos de les Gavarres i de les Guilleries, així com a la serralada de la Selva marítima, s'ha assenyalat la presència de capes de marbres en diferents nivells de la sèrie estratigràfica paleozoica. En la zona estudiada, aquestes roques es localitzen al sud-oest de Sant Martí Sapresa (Guilleries) i al sud de Llagostera (Selva marítima) ocupant una extensió total de 0,197 km². Amb independència de la seva posició cronoestratigràfica, en tots els casos es tracta de nivells discontinus d'entre 1 i 5 m de gruix, que afloren entre esquists i cornianes. La seva heterogeneïtat composicional i textural és molt gran, amb freqüents intercalacions de nivells d'esquists i de cornianes calcosilicatades i micàcies; i amb variacions sobtades de la mida dels cristalls, tant verticalment com lateralment. Ateses aquestes característiques, la seva aptitud com a roca ornamental i de construcció és nul·la i per aquest motiu no se n'ha trobat cap explotació actual a la zona.

L) CALCÀRIES

Les calcàries terciàries de la formació Girona afloren en 1,49 km² situats al nord de la zona estudiada. Són de color gris clar i sovint contenen nombroses closques de macroforaminífers del gènere *Nummulites*, que confereixen a la roca una textura granular molt marcada. Han estat utilitzades com a roca ornamental i de construcció des de fa molts segles en nombrosos llocs de la serralada Transversal, especialment a la rodalia de la ciutat de Girona, fins al punt que aquestes roques es coneixen popularment i comercialment com a *pedra de Girona*. Avui dia encara existeixen tres petites pedreres actives al sector est d'aquesta ciutat, dins la zona estudiada, que exploten material amb finalitat ornamental. Nogensmenys, la majoria de les pedreres de les comarques gironines que aprofiten aquestes calcàries ho fan per a la fabricació d'aglomerants i per a l'obtenció d'àrids de trituració. Tot i que quan s'exploten per aquests usos (àrids de trinxat, aglomerants) l'arrencada es realitza mitjançant voladura amb explosius, si el que es desitja és obtenir blocs de mida gran, com és el cas de la roca ornamental, llavors es fa fragmentant la roca amb tascons o falques, seguint un sistema tradicional, o, més modernament, amb taladres, serres o martells hidràulics. Els fragments alliberats es serren per obtenir-ne els blocs paral·lelepípedics

que són aptes per ser transportats fins als tallers de marmoristeria, ja lluny de la zona d'explotació, on són acabats mitjançant poliment o repicat.

La pressió urbanística de la ciutat de Girona restringeix en gran mesura les activitats extractives d'aquests materials, a més limitades per la seva localització parcial dins el PEIN de les Gavarres. En qualsevol cas, la poca extensió que ocupen dins la zona estudiada i la presència de jaciments arqueològics molt importants just en aquest sector, fan poc viable el seu aprofitament a gran escala en el futur. Com ja s'ha comentat a la zona només afloren 1,49 km² de calcàries de la formació Girona, per la qual cosa es destacable que les tres pedreres actives actuals tenen una extensió total de 0.071 km², estan situades dins el terme municipal de Girona i en les que no hi ha restauració iniciada.

M) TRAVERTINS

A Caldes de Malavella afloren nivells de travertins relacionats amb l'escolament d'aigües surgents, que són susceptibles d'ésser explotats com a roca ornamental. Tanmateix, l'escassa superfície que ocupen, 0,058 km², i sobre tot, la seva localització dins el cas urbà de Caldes de Malavella, n'impedeixen l'extracció actual.

N) CONGLOMERATS SILICIFICATS

A l'est de Caldes de Malavella aflora una massa de conglomerats del Neogen que han patit un procés de silicificació relacionat amb l'activitat hidrotermal lligada a les surgències d'aigua calenta de la zona, que ocupa una superfície total de 0,371 km². Aquestes roques van ser explotades antigament per a l'obtenció de rodes de molí per moldre gra (d'aquí el topònim de puig de les Moleres). Més recentment s'han extret de petites pedreres situades a l'entorn del cementiri municipal i utilitzades com a roca de construcció. Les escasses reserves i, sobre tot, el fet la majoria dels afloraments es localitzen en àrees urbanitzades, no fa factible l'aprofitament d'aquest recurs.

7.2.2.- Àrids

Pràcticament totes les pedreres existents a la zona estudiada exploten materials amb destí al sector dels àrids. La situació estratègica de la depressió de la Selva, com zona de pas natural dels vials de comunicació que des de Barcelona es dirigeixen cap a França, confereix un valor afegit a les formacions geològiques aptes per subministrar materials per a l'obra pública, especialment balast per ferrocarril i àrids amb lligants bituminosos per a carreteres. Les obres del futur tren d'alta velocitat i del desdoblament de les carreteres N-II, eix transversal i connexions entre l'autopista i la Costa Brava centre fan preveure una gran demanda en aquest sector específic. Cal afegir també la pressió urbanística de la zona de Girona i les actuacions en els polígons industrials propers, que també generen una important demanda d'àrids en el sector de la construcció (àrids industrials).

Aquesta bona perspectiva de futur del sector cal contrastar-la amb les limitacions imposades per les propietats intrínseques dels materials, per les seves reserves i, especialment, per la seva localització, ja que en molts casos es troben en zones urbanitzades o protegides pel PEIN. Cal considerar també que l'explotació tendeix sempre a minimitzar les despeses, com a mesura per rendibilitzar uns materials de valor escàs, això provoca l'extracció en pedreres de petites dimensions però que generen un impacte ambiental gran sobretot visual.

Les unitats geològiques més interessants com a recurs aplicable en el camp dels àrids són les següents (annexe 1, mapa 4):

A) GRANITS DE GRA FI I MITJÀ

Les masses de granits leucocràtics de gra fi i mitjà del massís de les Guilleries constitueixen un recurs molt interessant com a àrids de trinxat, si bé no es coneixen explotacions actives dins la zona estudiada. Els afloraments es localitzen majoritàriament al terme municipal de Santa Coloma de Farners, tot i que també són presents als de Sant Hilari Sacalm i Riudarenes i ocupen una superfície total de 24,42 km².

Es tracta de roques caracteritzades per un grau d'alteració baix i, per això, el seu recobriment és escàs. Les fàcies de gra mitjà solen donar relleus granítics prominents, amb zones de boles, castells rocallosos i doms ben desenvolupats, que posen de manifest que l'espaiat de fractures és ample. Les de gra fi, en canvi, es caracteritzen per presentar formes prominents aïllades de poca entitat, que pateixen una forta disgregació en blocs de mida mètrica a favor d'un enreixat espès de diàclasis. En ambdós casos les reserves es poden qualificar de molt grans.

L'aplicació dels leucogranits en el camp dels àrids és molt àmplia, i abasta pràcticament tots els seus camps. En aquest sentit, la possibilitat d'extreure blocs de mida superior a 1 m³ en les fàcies de gra mitjà permet utilitzar-los per fer esculleres. Contràriament, el diaclasat espès de les fàcies de gra fi impedeix aquest ús, ja que els blocs arrencats són sempre inferiors a les dimensions mínimes requerides. Cal fer constar que l'arrencada només és factible mitjançant voladura amb explosius, fet que encareix l'explotació d'aquestes formacions rocalloses. Convenientment triturats, tots els leucogranits es poden fer servir com a graves pel sector de la construcció. Pel que fa a les seves propietats físiques, els índex de resistència al desgast (Coeficient de Desgast dels Àngels = 30) i al poliment (Coeficient de Poliment Accelerat (CPA) = 0.42) els fan aptes per fer paviments amb lligants bituminosos. Tanmateix, no compleixen la normativa de RENFE per ser aplicats com a balast de ferrocarril per a l'AVE (Coeficient de Desgast dels Àngels < 18).

D'altra banda, com ja ha estat comentat en l'apartat de roques ornamentals, la principal limitació a tenir en compte en l'explotació d'aquestes roques ve determinada per l'impacte paisatgístic que generen sobre els paisatges granítics. No se'n coneix cap explotació actual d'aquests materials.

B) GRANODIORITES (NO ALTERADES A SAULÓ)

Les masses inalterades de granodiorites són susceptibles d'aplicació dins el camp dels àrids una vegada sotmeses a un procés de trituració. Tanmateix, l'espès recubriments de sauló que solen presentar només fa viable l'explotació en contats indrets del massís de les Guilleries en els que apareixen agrupacions extenses de boles afaïçonades en aquestes roques. Atès que les característiques físiques d'aquests materials són similars a les dels leucogranits (CPA = 0.43), i com que aquests darrers tenen unes reserves molt més grans, cal considerar la seva explotació poc interessant econòmicament.

C) GRANITS DE GRA GROS I GRANODIORITES (ALTERADES A SAULÓ)

En el context de la zona estudiada, tots els granitoides de gra gros (granits s.s. i granodiorites) aflorants en superfície es troben afectats per una intensa meteorització química que els ha transformat en sauló. La capa de sauló assoleix gruixos de fins a 60 m sobre les granodiorites del massís de les Guilleries. A les Gavarres són especialment profunds en els leucogranits moscovítics de gra gros de Cassà de la Selva, on han estat registrades espessors de 35 m en diferents sondatges per abastament d'aigua de masies. Aquests perfils d'alteració confereixen a la roca plutònica originària un aspecte semblant al d'una sorra de gra gros lleugerament cimentada i quelcom argilosa. Aquestes característiques fan que el sauló sigui equiparable, en quant a ús, a un àrid natural de tipus sedimentari, i amb aquest objectiu s'exploten en diferents indrets de la zona estudiada, en la que les reserves existents s'han de qualificar d'enormes. En total ocupen una superfície total de 184,67 km².

Les principals explotacions es localitzen al massís de les Guilleries sobre leucogranits de gra gros alterats. En detall s'han localitzat dues explotacions a Riudarenes, dues a Santa Coloma i dues a Maçanet, una a Vidreres, una a Brunyola i una, únic permís d'extracció al vessant de Gavarres, a Cassà de la Selva, la qual encara no s'ha iniciat. Quatre d'aquestes pedreres actualment ja han parat l'activitat havent explotat superfícies menors de 0,028 km², les majors extraccions són les dues de Santa Coloma que estant actualment en actiu i amb permís d'explotació de 0,18 km² i 0,15 km², respectivament. Totes aquestes explotacions tenen la restauració integrada excepte la de Maçanet de la Selva que encara no l'ha iniciat.

Les aplicacions més habituals d'aquests materials se situen en el camp dels àrids industrials (formigons) i en la construcció de paviments sense lligant (bases i subbases de carreteres, fressat de camins, etc.), però el ventall d'usos és molt més ampli (s'han arribat a fer servir en la regeneració de platges de sorra gruixuda, per exemple). No hi ha explotacions actuals que beneficiïn sauló derivat de l'alteració de les granodiorites ni dels leucogranits moscovítics de gra gros, versemblantment perquè la proporció de fins és més gran i la seva utilització es limita a la preparació de subbases i adequació de terraplenats.

Un fet a tenir en compte és que l'explotació del sauló és molt simple, ja que l'arrencada és realitzada directament amb pala excavadora. Això, junt amb l'àmplia distribució d'aquest material a la zona, fa que hi hagi nombrosos aprofitaments de poca entitat, sovint il·legals, que abasten material per a una necessitat puntual i que sistemàticament s'abandonen al cap de poc temps. L'impacte sobre el medi que aquesta pràctica genera és en conjunt molt negatiu.

D) PÒRFIRS

L'existència de nombrosos dics de pòrfirs àcids, especialment al massís de les Guilleries, ja ha estat assenyalada en l'apartat dedicat a les roques ornamentals. Un dels trets que més limitaven en aquell cas l'explotació, l'elevada densitat de fracturació de la massa rocallosa, esdevé ara una característica favorable, ja que simplifica les tasques de trituració de la roca. Tanmateix, no sempre és possible l'arrencada directa amb martell hidràulic, de manera que cal recórrer a voladura amb explosius.

Tot i que no es disposa d'assaigs de CPA i de Coeficient de Desgast dels Àngels dels pòrfirs aflorants a la zona estudiada, el fet que siguin explotats actualment en altres indrets del massís de les Guilleries, de les Gavarres i de la Selva marítima amb la finalitat d'utilitzar-los per construir paviments amb lligants bituminosos, fa suposar a priori que també han d'ésser aptes en aquest camp. Més improbable és la seva aptitud com a balast de ferrocarril per les obres de l'AVE, ja que els coeficients de desgast dels Àngels dels pòrfirs solen ser superiors al valor màxim exigít (<18).

La principal limitació a què es veu subjecte l'explotació d'aquests materials ve determinada per les condicions d'aflorament dels dics, ja que conformen faixes rocalloses tabulars subverticals amb un gruix màxim de 12 m i una extensió lateral que pot superar el quilòmetre. Això dificulta l'explotació en profunditat, ja que el volum de material de rebuig que cal llevar és cada vegada més gran, i les pedreres han de tendir a eixamplar-se longitudinalment, fet que n'augmenta l'impacte paisatgístic. Localment és possible complementar l'explotació dels dics de pòfir amb la de les roques encaixants, però aleshores augmenta la heterogeneïtat del material i, sovint, l'aplicació es veu dràsticament restringida.

Com ja s'ha comentat en l'apartat anterior, no hi ha cap activitat extractiva a la zona que exploti aquests materials.

E) BASALTS

Com ha estat assenyalat anteriorment, els afloraments de basalts de la rodalia de Maçanet de la Selva i de Riudarenes són els únics que tenen una extensió suficientment gran (9,21 km²) i un recobriment prou petit com per a que la seva explotació sigui factible. En aquest sector es localitzen nombroses pedreres que extreuen material per a la indústria de l'àrid. En tots els casos

s'exploten les colades de lava neògenes que afloren directament damunt el sòcol granític alterat. Els basalts que les constitueixen són massius, lleugerament vacuolars i afectats en grau variable per un procés d'alteració superficial. La presència de nombroses discontinuïtats, majoritàriament plans de retracció en lloses i en prismes, afavoreix la disgregació mecànica d'aquestes roques, de manera que l'arrencada es fa directament mitjançant retroexcavadora i, a vegades, amb l'ajut de martell hidràulic. El fet que hi hagi de dues a tres colades sobreposades fa que els gruix de material volcànic arribi a superar els 40 m en alguns indrets. Tanmateix, a la base i entre les colades hi ha nivells volcanosedimentaris, constituïts per sorres i piroclastos, que no són aprofitables com a àrid i que comporten un volum de rebuig elevat. Aquest material de rebuig se sol utilitzar per terraplenar els bancs excavats per sota del nivell de planta de les pedreres, afavorint així les tasques de restauració.

L'aplicació més interessant dels basalts és com a balast de ferrocarril, camp aquest al què es destina la major part de material explotat avui dia, ja que els valors de coeficient de desgast dels Àngels és molt baix (18.8), lleugerament per sobre del valor màxim exigít per les obres del AVE (< 18), però dins dels límits admissibles. El fet què les pedreres es trobin a escassos metres del traçat actual del ferrocarril s'ha de considerar un valor afegit dins aquest camp. També es fan servir en la construcció de paviments amb o sense lligant bituminós, especialment per carreteres. En aquest cas, però, cal tenir present que el seu pes específic és elevat i que això sol encarrir el transport (pes específic aparent 2,8 g/cm³). D'altra banda, són materials inadmissibles en formigons armats degut a la presència excessiva de clorurs.

La principal limitació a què han de fer front els aprofitaments de basalts de la zona de Maçanet - Riudarenes és la pressió urbanística, sobre tot de Maçanet de la Selva, ja que bona part de les reserves se situen en els terrenys de les urbanitzacions i dels polígons industrials del municipi. A més, el PEIN dels turons de Maçanet impedeix l'obertura de pedreres dins els seus límits. Malgrat aquestes limitacions actualment es troben a la zona 11 pedreres que extreuen aquest material i un permís d'explotació. Hi ha tres activitats actives a Sils, quatre a Riudarenes i quatre a Maçanet on a més hi ha un permís per iniciar una nova activitat. Les explotacions més importants es localitzen a Sils on afecten una superfície total de 0,25 km². Únicament una de les extraccions no té restauració integrada.

F) PIROCLASTOS

Els materials fragmentaris que conformen el con del volcà de la Crosa de Sant Dalmai ocupen 5,05 km² i han estat objecte d'explotació en el passat amb la finalitat d'abastar àrids per a la construcció de paviments sense lligant (es van fer servir a les subbases de les pistes de l'aeroport de Girona - Costa Brava i de l'autopista A-7). Actualment, però, la declaració d'aquesta zona com a espai d'interès natural prohibeix qualsevol activitat extractiva. L'impacte generat per les grederes del volcà de la Crosa s'analitza detalladament en l'apartat de recursos geoculturals.

G) CORNIANES

Les roques metasedimentàries del paleozoic afectades per metamorfisme de contacte intens s'han transformat en diferents tipus de cornianes en funció de la seva composició original. Aquestes roques afloren als massissos de les Guilleries, de les Gavarres i de la Selva marítima, amb una extensió total de 28,11 km². En tots els casos es tracta de materials molt heterogenis, majoritàriament constituïts per miques i una proporció variable de quars. A vegades apareixen barrejats amb masses de granitoides alterats de dimensions mètriques a decamètriques. Es troben intensament fracturats i quelcom meteoritzats a nivell superficial. En conjunt cal considerar que les seves reserves són molt grans i que les operacions d'extracció simples, ja que l'arrencada es realitza directament amb retroexcavadora.

L'aplicació d'aquestes roques dins el camp dels àrids és bastant àmplia. En alguns indrets es fan servir com a balast per ferrocarril, tot i que la seva composició, dominada per fil·losilicats de baixa duresa, comporta que el seu coeficient de desgast dels Àngels sigui el més alt del conjunt de materials admesos per RENFE. Nogensmenys, es pot preveure que els valors de desgast dels Àngels de les fàcies més quarsítiques, abundants al massís de les Gavarres, són més acceptables. De fet, hi ha pedreres en aquest massís, fora de la zona estudiada, que exploten cornianes quarsítiques com a àrids de trinxat per construir paviments amb lligants bituminosos de carreteres, ja que la seva resistència al polit i al desgast és moderadament bona. També es poden aplicar com a àrids industrials per fer formigó, però en aquest cas sol haver-hi problemes amb les normes d'admissió a aquest ús derivats de la presència d'argiles (elements fins) dins les diàclasis.

En qualsevol cas, les principals limitacions a què es veu subjecte l'explotació d'aquest recurs en la zona estudiada radica, fonamentalment, en la marcada heterogeneïtat composicional d'aquestes roques i, sobre tot, a que les reserves existents se situen en bona part dins les zones protegides pels PEINs de les Gavarres i del massís de les Cadiretes, fet que provoca que actualment no hi hagi cap activitat extractiva en aquests materials.

H) GNEISSOS

Com ja s'ha indicat, els gneïssos de les Guilleries afloren, en el context de la zona estudiada, dins els termes municipals de Santa Coloma de Farners i de Brunyola ocupant una àrea total de 5,3 km². En alguns indrets del massís de les Guilleries s'explotaven com a àrids per fer paviments amb o sense lligant. Tanmateix, la profunda alteració superficial que presenten dificulta la localització d'aprofitaments rendibles a la zona interessada, també molt complicada per l'orografia accidentada dels afloraments. Només a les proximitats de Sant Martí Sapresa sembla factible l'aprofitament d'aquest recurs. En l'actualitat no s'ha localitzat cap activitat extractiva en aquests materials a la zona.

L) MARBRES

La presència de nivells primis i discontinus de marbres intercalats entre els materials esquistosos de les Guilleries i de la Selva marítima ja ha estat posada de manifest en apartats anteriors. Atès que les reserves d'aquestes roques són molt petites (0.197 km²), només es pot contemplar la possibilitat d'explotar-los com a àrids juntament amb els materials que els contenen, majoritàriament cornianes micàcies. Tot i això, la seva localització dins un espai protegit (PEIN massís de Cadiretes) a la Selva marítima i la complicada orografia dels seus afloraments a les Guilleries, n'impedeixen totalment l'explotació

M) CALCÀRIES

Les calcàries nummulítiques de la formació Girona són, a més d'un recurs prou apreciat com a roca ornamental i de construcció, un material apte per diverses aplicacions dins el camp dels àrids. De fet, són nombroses les pedreres que les aprofiten, una vegada trinxades, fora de la zona estudiada. Principalment s'empren per fer paviments amb o sense lligant de carreteres i per fer formigons. En el primer cas, cal fer constar que presenten un coeficient de desgast dels Àngels acceptable (22.8), que entra dins els límits fixats per les normatives d'ús en aquest sector. Més problemàtic és la seva utilització per fer formigons, especialment armats, ja que la presència de sulfurs dins aquestes roques n'és una característica poc desitjada. Òbviament, no es poden fer servir com a balast de ferrocarril, ja que l'ús de calcàries amb aquesta finalitat no és permès per RENFE des del febrer de 1994.

D'altra banda, com ja s'ha fet constar a l'apartat de roques ornamentals, la pressió urbanística de la ciutat de Girona i la localització de bona part de les reserves dins el PEIN de les Gavarres en limiten molt l'explotació futura, que cal considerar com a pràcticament inviable en el context territorial estricte de la zona estudiada.

N) GRAVES I SORRES

Són diverses les formacions sedimentàries no consolidades susceptibles d'ésser explotades per obtenir materials aplicables dins el camp dels àrids naturals. Totes elles s'integren dins les cronoseqüències neògenes i quaternàries de rebliment de la depressió de la Selva. En conjunt es caracteritzen per una composició litològica heterogènia, per una mida de gra molt variable i per aflorar en zones sensiblement planes. Ocupen l'extensió areal més gran de tots els materials estudiats fins al moment amb una superfície total de 220,13 km². Les explotacions (graveres o sorreres segons el material aprofitat) són bastant simples, ja que s'extreu el material directament mitjançant una excavadora i es sotmet després a un procés de separació de les diferents partícules segons el seu diàmetre per tamisat. Els principals problemes ambientals venen generats, a banda de l'impacte visual que pot produir el forat en sí, pel fet que sovint l'extracció es fa per sota del

nivell freàtic, creant-se unes basses artificials. Això comporta un augment de pèrdues per evaporació i un cert risc de contaminació, que pot ser molt gran si una vegada finalitzada l'extracció, el forat es converteix en un abocador il·legal.

A nivell de detall, les unitats neògenes de la depressió de la Selva són, en conjunt, poc aptes per abastir material de qualitat en la indústria dels àrids. Aquest fet és deu a que les capes de grava i de sorra solen presentar una fracció argilosa abundant, difícilment separable sense una operació de rentat que encareix sensiblement el producte. D'altra banda, la presència de capes lutítiques entre les arenites i rudites fa que el volum de rebuig sigui molt elevat. Tot això fa que aquests materials només es puguin fer servir per construir paviments sense lligants (subbases de carreteres, rebliments, etc.). Només a l'entorn de Palausacosta, al sud de la ciutat de Girona, s'ha constatat la presència de capes de sorra sense fins, que podrien ser utilitzades com àrids industrials per fer morters. Tanmateix, avui dia tot aquest sector és molt urbanitzat i les seves reserves molt escasses.

Les úniques formacions quaternàries susceptibles d'ésser explotades per abastir d'àrids naturals són les al·luvials, que ocupen 99,48 km², atès que en els dipòsits col·luvials sol dominar sempre la fracció argilosa. Cal descartar a priori els nivells de graves i sorres de les terrasses del Ter (1,60 km²), ja que, tot i tractar-se de materials molt apreciats i aprofitats a les comarques gironines, dins el context territorial estudiat només afloren a la zona urbana de Girona i de Salt. Pel que fa als dipòsits al·luvials de l'Onyar (60,9 km²), tenen l'inconvenient de ser poc potents i molt rics en fins, factors aquests que expliquen la inexistència d'aprofitaments actuals. A la conca de la riera de Santa Coloma (36,9 km²), en canvi, hi domina la fracció sorra gruixuda i el contingut de fins és moderadament baix. De fet, aigües avall de la població de Santa Coloma de Farners els nivells al·luvials baixos de la riera constitueixen un recurs apte com a àrid natural, que és aprofitat actualment al terme de Riudarenes. Els materials llevats en aquestes explotacions es fan servir, sobre tot, per construir paviments sense lligants. L'elevat coeficient de desgast del Àngels (45.3) no permet la seva aplicació barrejats amb lligants bituminosos. D'altra banda, degut a l'excés de fins tenen problemes d'utilització en el sector de la construcció.

Els principals factors limitadors que n'impedeixen l'extracció aigües avall de Riudarenes són els PEINs de la Riera de Santa Coloma i dels Estanys de Sils.

Malgrat els factors limitants abans esmentats, en aquest materials és on s'han localitzat major nombre d'explotacions, si bé en la meitat dels casos l'activitat ja ha estat finalitzada. S'han situat 19 pedreres que explotaven graves i 7 que explotaven sorres. Actualment queden 8 pedreres que exploten graves i un permís d'extracció i 1 activitat extractiva a les sorres i tres permisos d'extracció més. Totes aquestes graveres actuals estan situades en els materials al·luvials de la riera de Santa Coloma. Malgrat aquest número d'extraccions l'àrea total afectada és poca, ja que l'activitat extractiva en graves més gran ocupa 0,13 km² i la major en sorres 0,08 km².

7.2.3.- Altres sectors

La utilització de les formacions rocalloses de la zona estudiada dins els altres camps de les roques industrials és molt limitada i no hi ha aprofitaments actuals ni tampoc expectatives d'implantació en el futur.

Els únics materials que podrien ser utilitzats com a aglomerants són les calcàries de la formació Girona. Ja s'ha fet constar, però, que els afloraments dins l'àmbit territorial estudiat són molt limitats, que es troben molt a prop d'una zona d'expansió urbanística de la ciutat de Girona i que hi ha jaciments arqueològics importants just en aquest sector, de manera que cal rebutjar qualsevol expectativa de futur que contempli la seva explotació.

La indústria de la ceràmica és molt important a Quart, i a la rodalia d'aquest poble s'han explotat, fins fa ben pocs anys, diversos nivells d'argiles del Neogen que apareixen intercalats entre graves i sorres. També fins fa poques dècades s'explotaven les argiles lacustres de l'interior del volcà del Camp dels Ninots de Caldes de Malavella. No obstant això, avui dia no hi ha cap terrera activa a la zona estudiada.

Finalment, al terme municipal de Santa Coloma de Farners hi ha constància d'antigues extraccions de quars en filons hidrotermals d'aquest mineral i en dics de pegmatites, que abastaven de material petits forns de vidre.

7.3.- Possibilitats actuals d'explotació de les roques industrials

A partir de les dades de camp i les informacions obtingudes sobre les característiques físiques dels materials aflorants a la zona, exposades en els apartats anteriors, s'ha processat tota aquesta informació utilitzant sistemes d'informació geogràfica. S'ha determinat cinc categories per a l'elaboració de mapes d'idoneïtat d'explotació d'una banda de les roques ornamentals i de construcció i per l'altre dels àrids. Aquestes cinc categories són:

1.- NO APTE PER LES CARACTERÍSTIQUES DEL MATERIALS I PER RESTRICCIONS DEL TERRITORI: són aquelles zones en les que els materials a explotar tenen una qualitat deficient per poder-ne extreure un benefici econòmic i a més estan situades en un territori en el que hi ha restriccions legals per a la instal·lació de pedreres o sorreres.

2.- NO APTE PER BAIXA QUALITAT DEL MATERIAL: són aquelles zones on, malgrat ser possible obtenir permís per a l'extracció, les característiques pròpies del materials en recomanen la no explotació.

3.- NO APTE PER RESTRICCIONS DEL TERRITORI: són zones on trobem materials de qualitat acceptable per a ser explotable amb alta rendibilitat però que hi ha alguna restricció d'ús del territori que n'impedeix l'extracció legal.

4.- APTE AMB LIMITACIONS: són zones amb materials de suficient qualitat com per a plantejar-ne l'explotació però situades en llocs on, tot i no haver-hi una prohibició d'activitats extractives hi ha limitacions com pot ser la destrucció de patrimoni geològic, la mala situació geogràfica del jaciment o la poca quantitat de material disponible.

5.- APTE SENSE LIMITACIONS: serien aquelles zones idònies per a la instal·lació d'explotacions ja que s'hi trobaria material de qualitat bona en una zona sense cap mena de prohibició sobre el territori ni tampoc limitacions com les anteriorment nomenades.

En base a aquestes cinc categories s'han elaborat dos mapes, un per a les roques industrials i l'altre per als àrids en els quals es pot quantificar les possibilitats d'explotacions a la zona.

Del conjunt de roques ornamentals i de construcció exposades a l'apartat 7.2.1 s'ha determinat que en la majoria de zones on aflora roca ornamental aquesta queda inclosa en les categories 3 i 4, no aptes per prohibicions sobre el territori o aptes per a la seva explotació industrial però amb limitacions sobre el territori (figura 7.1). En realitat no s'ha trobat en cap lloc materials situats en una zona de la categoria 5 (apte sense restriccions). No s'ha determinat cap punt amb restriccions únicament per prohibicions d'extracció en el territori si bé si que hi ha diverses zones amb materials no explotables per característiques de materials i de territori alhora (categoria 1) i unes petites zones on el material no té qualitat suficient per a la seva extracció com a roca ornamental, si bé en algun cas podria ser explotat com a àrid, com és el cas dels basalts de Maçanet. És remarcable que en diversos llocs on el material té una qualitat força bona (Girona, Santa Coloma o els conglomerats silicificats de Caldes), les característiques de l'indret (Girona molt a prop del nucli urbà i les altres dos zones s'han qualificat com d'interès geocultural) en limiten les possibilitats d'ús.

Pel que fa als àrids és força similar tot i que en aquest cas s'ha arribat a classificar més territori dins la categoria 4 de aptes però amb limitacions (Figura 7.2). Bàsicament es tracta d'algunes àrees amb basalts, però sobretot els materials quaternaris al·luvials. Tot i la bona qualitat d'aquests materials la seva mala situació al trobar-se en zones molt urbanitzades en limiten l'ús. En el cas dels àrids no s'ha classificat cap zona com a no apte únicament per les característiques del material, si bé si que se n'ha determinat algunes zones com a no aptes pel tipus de material i la seva situació i s'ha classificat dos llocs dins la categoria 3 (no aptes per restriccions del territori), que corresponen als lapillis de la Crosa de Sant Dalmai i de Caldes.

Figura 7.1.- Possibilitats d'extracció de roca ornamental i de construcció

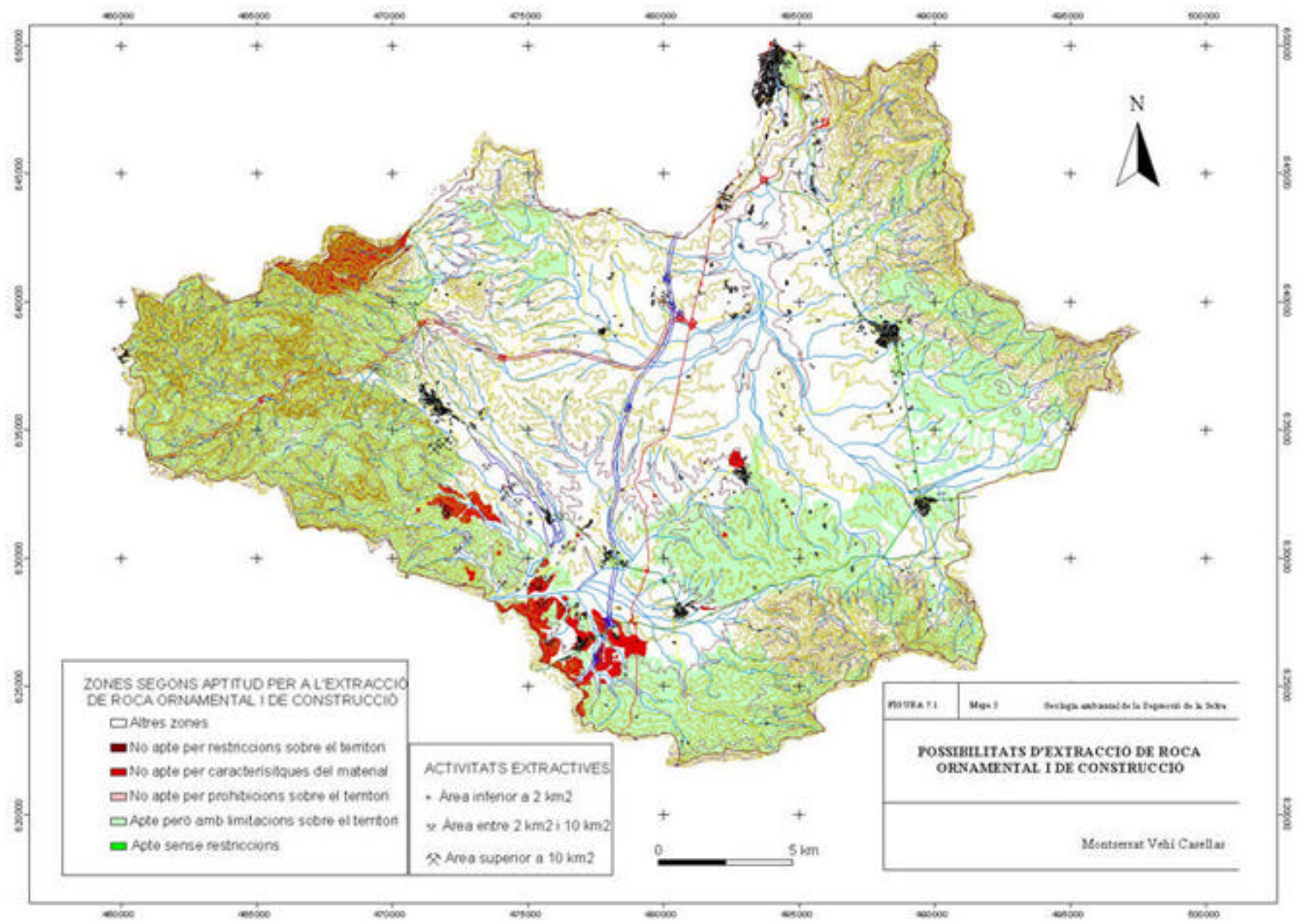


Figura 7.2.- Possibilitats d'extracció d'àrids

