

## Projecte/Treball Fi de Carrera

**Estudi:** Eng. Tècn. Agrícola Explotacions Agropec. Pla 99

**Títol:** Avaluació per capacitat agrològica i capacitat de segrest de carboni dels sòls d'un transsecte de la comarca de La Selva.

**Document:** Memòria i Annexes

**Alumne:** Miquel Serrat i Torrent

**Director/Tutor:** Dra. Maria Gispert Negrell

**Departament:** Eng. Química, Agrària i Tecn. Agroalimentària

**Àrea:** Edafologia i Química Agrícola

**Convocatòria** (mes/any): Gener 2009

# ÍNDIX

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. RESUM.....</b>                                                            | <b>4</b>  |
| <b>2. PARAULES CLAU.....</b>                                                    | <b>4</b>  |
| <b>3. AGRAÏMENTS.....</b>                                                       | <b>5</b>  |
| <b>4. INTRODUCCIÓ.....</b>                                                      | <b>6</b>  |
| <b>4.1 La necessitat d'informació de sòls.....</b>                              | <b>6</b>  |
| <b>4.2 Coneixement actual dels sòls.....</b>                                    | <b>7</b>  |
| 4.2.1 Treballs actuals en mapa de sòls.....                                     | 7         |
| 4.2.2 Mapa de sòls a Catalunya.....                                             | 9         |
| <b>4.3 Els sòls i el segrest del carboni.....</b>                               | <b>10</b> |
| 4.3.1 Emissions de CO <sub>2</sub> i l'efecte hivernacle.....                   | 11        |
| 4.3.2 El Protocol de Kyoto.....                                                 | 12        |
| <b>5. OBJECTIUS.....</b>                                                        | <b>14</b> |
| <b>5.1 Objectiu general.....</b>                                                | <b>14</b> |
| <b>5.2 Objectius específics.....</b>                                            | <b>15</b> |
| <b>6. ÀREA D'ESTUDI.....</b>                                                    | <b>16</b> |
| <b>6.1 Situació.....</b>                                                        | <b>16</b> |
| <b>6.2 Localització de l'àrea d'estudi.....</b>                                 | <b>16</b> |
| <b>6.3 Geologia.....</b>                                                        | <b>18</b> |
| 6.3.1 Geologia de l'àrea d'estudi. ....                                         | 18        |
| 6.3.2 Influència del material originari sobre les característiques del sòl..... | 20        |
| <b>6.4 Hidrologia de l'àrea d'estudi.....</b>                                   | <b>21</b> |
| <b>6.5 Característiques climàtiques.....</b>                                    | <b>21</b> |
| 6.5.1 Temperatura.....                                                          | 21        |
| 6.5.2 Precipitació.....                                                         | 21        |

|                                                                                         |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 6.5.3 Vents.....                                                                        | 22            |
| <b>6.6 Tipus de sòls.....</b>                                                           | <b>22</b>     |
| <br><b>7. MATERIAL I MÈTODES.....</b>                                                   | <br><b>25</b> |
| <b>7.1 Treball de camp.....</b>                                                         | <b>27</b>     |
| 7.1.1 Recollida prèvia d'informació.....                                                | 27            |
| 7.1.2 Determinació d'unitats d'avaluació del sòl i nombre de punts<br>d'observació..... | 27            |
| 7.1.3 Descripció de perfils.....                                                        | 29            |
| 7.1.4 Cartografia dels punts i recollida de mostres.....                                | 29            |
| <br><b>7.2 Treball de laboratori.....</b>                                               | <br><b>30</b> |
| 7.2.1 Caracterització físico-química.....                                               | 30            |
| 7.2.1 Determinació de la densitat aparent.....                                          | 30            |
| 7.2.2 Textura determinada al tacte.....                                                 | 30            |
| 7.2.3 Determinació del pH o reacció al sòl.....                                         | 31            |
| 7.2.4 Determinació de la conductivitat elèctrica del sòl.....                           | 32            |
| 7.2.5 Carbonats.....                                                                    | 33            |
| 7.2.6 Determinació del Nitrogen total pèl mètode de Kjeldhal.....                       | 33            |
| 7.2.7 Determinació del carboni oxidable i matèria orgànica.....                         | 35            |
| 7.2.8 Determinació d'al·lòfanes en el sòl.....                                          | 36            |
| 7.2.9 Valoració de la producció de CO <sub>2</sub> del sòl.....                         | 36            |
| 7.2.10 Determinació del segrest del carboni (coeficient de mineralització).....         | 37            |
| <br><b>7.3 Avaluació dels sòls per capacitat agrològica .....</b>                       | <br><b>38</b> |
| <b>7.4 Tractament de dades.....</b>                                                     | <b>41</b>     |
| 7.4.1 Tractament informàtic de les dades.....                                           | 41            |
| 7.4.2 Elaboració de mapes. Sistema d'Informació Geogràfica (SIG).....                   | 42            |
| 7.4.3 Tractament estadístic.....                                                        | 42            |

|                                                                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>8. RESULTATS.....</b>                                              | <b>43</b>     |
| <b>8.1 Unitats Fisiogràfiques i punts de mostreig de la zona.....</b> | <b>43</b>     |
| 8.1.1 Unitat fisiogràfica 2.1.1.....                                  | 43            |
| 8.1.2 Unitat fisiogràfica 2.4.3.....                                  | 48            |
| 8.1.3 Unitat fisiogràfica 3.1.2.....                                  | 67            |
| <b>8.2 Avaluació per capacitat agrològica .....</b>                   | <b>71</b>     |
| <b>8.3 Tractament estadístic de dades.....</b>                        | <b>72</b>     |
| 8.3.1 Tractament estadístic de les dades dels sòls forestals.....     | 77            |
| 8.3.2 Tractament estadístic de les dades dels sòls agrícoles.....     | 81            |
| <b>8.4 Elaboració de cartografia digital amb un GIS.....</b>          | <b>84</b>     |
| <br><b>9. DISCUSSIÓ.....</b>                                          | <br><b>87</b> |
| <br><b>10. CONCLUSIONS.....</b>                                       | <br><b>91</b> |
| <br><b>11. BIBLIOGRAFIA.....</b>                                      | <br><b>92</b> |
| <br><b>10. ANNEXES.....</b>                                           | <br><b>96</b> |
| Annex 1. Taules.....                                                  | 96            |
| Annex 2 Cartografia digital (Arcview 9.2).....                        | 100           |

## 1. RESUM

Obtenir informació de sòls cada vegada adquireix més importància, per la necessitat de conèixer les seves qualitats i així poder-los gestionar a través d'un bon ús i maneig.

L'objectiu d'aquest projecte es basava en obtenir informació dels sòls d'una zona representativa de comarca de La Selva, on hi trobàvem sòls amb diferents usos i diferents orígens geològics. Es pretenia conèixer les propietats físico-químiques d'aquests sòls i la contribució dels diferents usos i orígens geològics del sòl respecte les emissions de diòxid de carboni. També se'n va avaluar les classes de capacitat agrològica i el coeficient de mineralització del carboni

Per tal d'aconseguir aquest objectiu, es va fer una recerca bibliogràfica i de mapes (geològic, topogràfic), dels quals se'n va obtenir un coneixement més detallat de la zona. A partir d'aquest coneixement es va determinar les Unitats fisiogràfiques inicials, el nombre de mostres que s'havien de prendre i els perfils a obrir.

Tenint en compte la densitat d'estudi que es volia fer, es van agafar 128 mostres. Al recollir aquestes mostres es van fer unes observacions a camp (textura, pendent, pedregositat, presència d'al·lòfanes). També se'n va fer una analítica al laboratori on es van mesurar els següents paràmetres: pH, conductivitat elèctrica, densitat aparent, carboni oxidable, respiració del sòl i nitrogen total de totes les mostres.

A partir dels resultats obtinguts es va realitzar un anàlisi estadístic que ens va permetre veure les correlacions entre els diferents paràmetres.

Els paràmetres que tenien una correlació significativa i que es donava en un nombre elevat de casos, es van representar en mapes amb un sistema d'informació geogràfica (ArcView 9.2).

Es van avaluar els sòls del transsecte pel mètode per capacitat agrològica. Les classes de capacitat agrològica van resultar ser diferents en funció del pendent i de l'ús que se n'estava fent del sòl. Els usos del sòl que presentaven un segrest de carboni més elevat eren els d'ús forestal però també eren els que tenien una respiració de diòxid de carboni més elevada. En global el coeficient de mineralització del carboni era lleugerament menor en els sòls agrícoles que en els sòls forestals.

## 2. PARAULES CLAU:

Comarca de La Selva, usos del sòl, capacitat agrològica, emissió de diòxid de carboni dels sòls, activitat respiratòria, segrest de carboni.

### 3. AGRAÏMENTS

Aquest inici de projecte és on s'hi encapçala la fi d'un cicle. Per fi podré tancar una porta que feia massa temps que estava oberta.

És de justícia començar agraint la infinita paciència i col·laboració de la meva tutora de projecte, la Dra. Maria Gispert, que en tot moment m'ha donat suport incondicional i m'ha aconsellat amb el que necessités. Mai li estaré suficientment agraït i gràcies a ella recordaré aquest pas com un bon record. Merci per tot Maria!!.

També agrair al Dr. Giovanni Pardini per la seva ajuda, suport i consells al llarg d'aquest projecte.

Agrair el suport del SIGTE de la udg a l'hora de fer els mapes de GIS. Sobretot a en Marc Gasulla amb qui vam passar junts aquelles llargues tardes d'hivern amb la manta liada al cap. I agrair a en Ferran Orduña per deixar que en Marc m'ajudés.

No voldria descuidar-me d'anomenar els companys de laboratori. En especial a l'Albert, que va fer que les llargues hores de laboratori fossin més curtes i agradables. Gràcies Albert i ens veiem al Brasil.

Sens dubte aquest projecte no s'hagués fet mai si en Xavi Masó no m'hagués provocat. Encara que no ho sàpigues Xavi, he arribat fins aquí per culpa teva.

Agrair a la meva família per la paciència que ha tingut al llarg d'aquests anys d'espera per a poder, finalment, veure'm presentar el projecte. Sobretot als meus pares i a la Dolors que m'ha escoltat, suportat i animat fins el final.

Estic agraït a tots els meus amics i companys que no especifico per no deixar-me'n cap. Vosaltres ja sabeu qui sou.

A tots i totes, moltes gràcies!!!

## 4. INTRODUCCIÓ

El sòl a més de ser un recurs i un mitjà de recepció d'impactes, no és un suport inert, sinó que a través de les seves funcions és, en gran mesura, el responsable de la qualitat d'altres sistemes superficials com ara l'aigua, l'aire i la biosfera, molt més sensibles als impactes que el mateix sòl (Porta, J. et al, 1999). Al ser un recurs natural no renovable o de molt difícil i costosa recuperació, s'ha d'utilitzar sense arribar a superar la seva capacitat d'acceptació dels diferents usos.

L'ocupació del territori i l'aplicació d'una encertada assignació d'usos d'aquest, requereix conèixer l'aptitud dels diferents sòls.

### 4.1 La necessitat d'informació de sòls

Per tal d'evitar que es perdin sòls agrícoles de qualitat, o que es reguin sòls poc aptes pel conreu, o que se'n faci un mal ús, el que es pretén, és analitzar quines són les propietats i característiques d'aquests, per tal d'obtenir-ne una informació detallada (Boixadera i Porta, 1991; Macias et al., 1996). Actualment, l'ús de mapes de sòls per a la planificació, és una tècnica perfectament establerta en diferents països, per tal de conservar les àrees d'alt valor agrícola així com per a la conservació d'una elevada qualitat paisatgística i fer-ne l'ús més adequat del sòl.

(<http://www2.iec.cat/mapasols/Ca/Informacio.asp?Grup=B&Opcio=6> ).

Així doncs, la informació obtinguda a partir de l'avaluació de les propietats dels sòls constitueix un element clau, per a la presa de decisions amb vista a un ús i maneig del sòl, una protecció ambiental i una planificació territorial adequades.

Segons el subdirector general de la FAO Alexander Müller (2008), les propietats químiques i físiques dels sòls també ajuden a determinar la informació específica sobre el comportament d'un sòl. Com més informació tinguem sobre les propietats del sòl, més bé podrem avaluar la qualitat dels nostres recursos naturals a tot el món i el seu potencial per a produir aliments en la situació actual i en un escenari futur del canvi climàtic (<http://www.fao.org/newsroom/es/news/2008/1000882/index.html> ).

## 4.2 Coneixement actual de sòls

Un cop s'ha assumit la necessitat de tenir informació de sòls i la seva distribució geogràfica, s'han de millorar les bases de dades georeferenciades existents sobre sòls, vegetació i clima, per tal d'elaborar-ne de noves que permetin extrapolar les mesures obtingudes a una escala més detallada a un nivell regional i/o global. Aquests tipus d'extrapolacions han d'assumir el repte que suposa la transferència d'informació entre escales i el problema de relacionar adequadament els models globals i regionals del clima ([http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esbn/Esbn\\_overview.html](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esbn/Esbn_overview.html)).

En la figura 1 veiem la representació esquemàtica de les recomanacions que l'European soil bureau (ESBN) fa de les escales a utilitzar en funció del mapa.

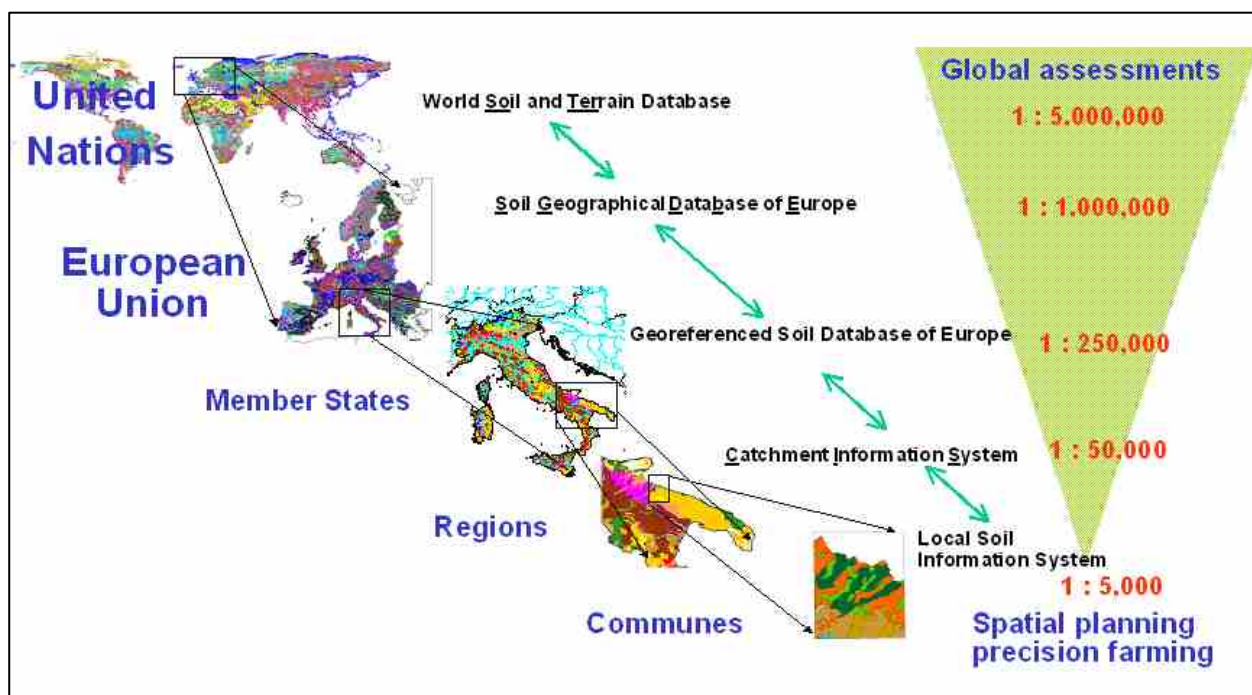


Fig.1: Representació diferents escales en funció dels nivells a representar. (font: ESNB)

Així doncs, per una aproximació mundial, es recomana una escala de treball de 1:5000000 mentre que per obtenir una informació detallada necessitaríem o seria recomanable una escala de treball 1:50000.

### 4.2.1 Treballs actuals en mapes de sòls

El nostre coneixement de la distribució geogràfica de sòls, vegetació, usos del sòl i altres recursos naturals és molt deficient (Ibañez, J. et al 2002).

Segurament no s'estant atenent i creant les bases de dades georeferenciades que serien necessàries. De fet, el Mapa de Sòls del Món de la FAO (escala 1:50000000), i les seves bases de dades georeferenciades, tot i les grans deficiències que tenen, constitueixen el millor i més detallat inventari d'un recurs natural a escala global (FAO, 2000).

En l'actualitat moltes entitats de tot el món, es dediquen a recopilar la informació i característiques dels sòls, a nivell mundial, regional o local, en un sistema de mapes a diferents escales.

Al juliol del 2008, la FAO estableix una nova base de dades sobre sòls a nivell mundial que es pot consultar a l'enllaç:

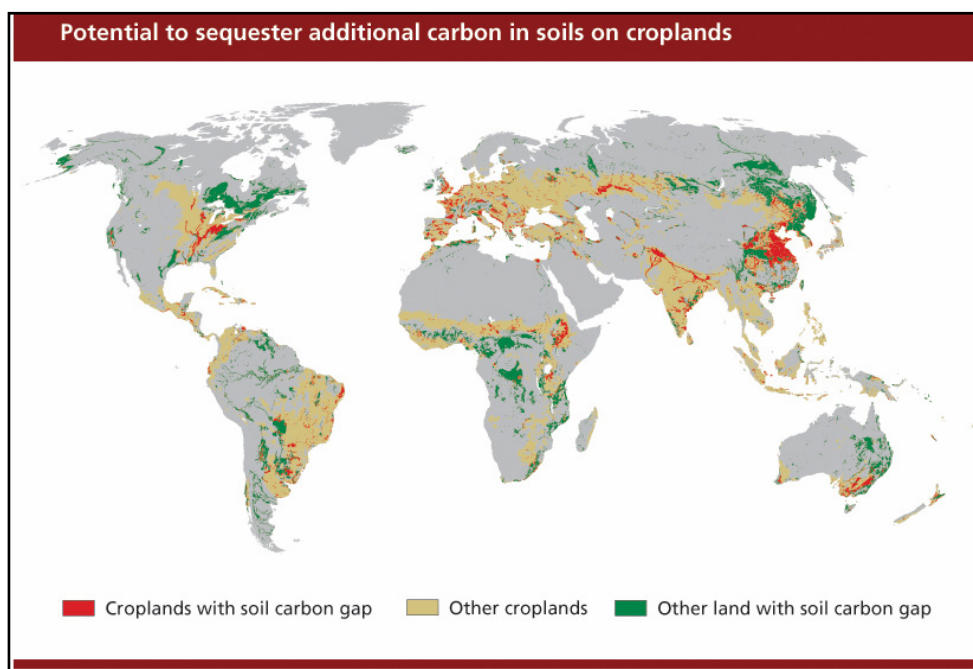
<http://www.fao.org/newsroom/es/news/2008/1000882/index.html>.

Aquesta nova base de dades permet augmentar els coneixements sobre la productivitat present i futura de la terra, així com el seu potencial d'emmagatzament i fixació del carboni en el sòl.

A partir de les noves bases de dades sobre sòls, la FAO ha creat un mapa mundial sobre la presència de carboni (Carbon Gap Map) que permet la identificació de les àrees on hi ha major emmagatzament (secrest) de carboni en el sòl.

S'entén segrest de carboni la capacitat que té un sòl d'acumular carboni respecte el que pot produir mitjançant les emissions de diòxid de carboni.

En la figura 2 s'observa el mapa de segrest de carboni creat per la FAO. Aquest mapa continua sent la referència més detallada de què es disposa sobre el segrest de carboni.



**Fig.2:** Carbon Gap Map (mapa de carboni de sòls). Font : FAO 2008

<http://www.fao.org/es/esa/PESAL/AgRole12.html>

En el mateix sentit l'European soil bureau (ESBN) està elaborant un mapa de segrest de carboni dels sòls però a nivell d'Europa.

L'objectiu de l'ESBN és dur a terme el treball científic i tècnic dels diferents programes que pretenen recollir, harmonitzar i organitzar la distribució de la informació sobre els sòls de la unió europea ([http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esbn/Esbn\\_overview.html](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esbn/Esbn_overview.html)) .

#### **4.2.2 Mapa de sòls de Catalunya**

A Catalunya s'ha avançat poc en els mapes de sòls. S'ha de tenir en compte que la major part de les bases georeferenciades de què es disposa provenen de la digitalització de cartografies prèvies en format paper (escala 1:2000000). Després d'esser digitalitzades, s'hi afegeix la informació que es disposa per tal d'enriquir el contingut d'aquests mapes. Per aquest motiu una de les aproximacions més acurades de sòls que de Catalunya es té, és el mapa que es pot observar en la figura 8 i que ofereix SEISnet.

(<http://www.irnase.csic.es/users/microleis/mimam/seisnet.htm>).

La Generalitat de Catalunya també està elaborant un mapa de sòls de Catalunya, però tot just està en procés embrionari. Així doncs, encara no es té una referència clara, digitalitzada i actualitzada bàsica dels sòls de la zona. En la figura 3 es pot veure que les àrees cartografiades, per el Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural, de sòls de Catalunya són molt escasses (<http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR>).

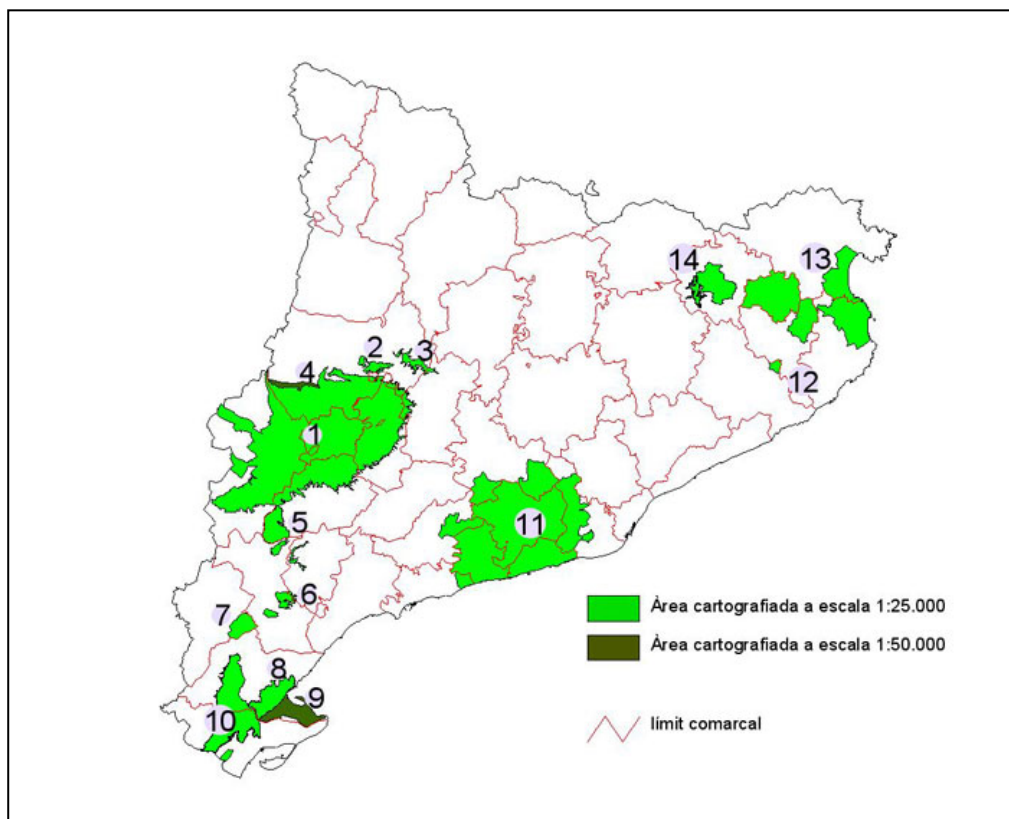


Fig. 3: Mapa de sòls de Catalunya (font::DAAAR, <http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR>).

### 4.3 Els sòls i segrest del carboni

Un altre dels aspectes on s'ha d'avançar és en el coneixement d'alguns processos que es donen en el sòl. En aquest sentit, per la seva contribució en l'emissió de gasos d'efecte hivernacle és important estudiar si els sòls actuen com a font o embornal d'alguns d'ells com ara el diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ), FAO (2000).

El procés bàsic que s'anomena segrest de carboni, és essencialment el procés de fixar carboni de l'aire (diòxid de carboni) en carboni emmagatzemat en el sòl. El diòxid de carboni és fixat per les plantes a través del procés de fotosíntesis, i incorporat en la planta com teixit vegetal. Quan les plantes moren, el carboni de les fulles, tiges i arrels es descomponen en el sòl i es converteixen en matèria orgànica.

La matèria orgànica contribueix a la estabilitat dels agregats, millora la taxa d'infiltració i la capacitat de retenció d'aigua fa que disminueixi la densitat aparent del sòl, perquè té menor densitat que la matèria mineral.

El desenvolupament de l'agricultura ha implicat una gran pèrdua de matèria orgànica del sòl, degut, en gran part, a un excessiu llaurat en els sòls agrícoles que facilita la ràpida mineralització d'aquesta (Maljean et al., 2004).

Hi ha diferents pràctiques de maneig dels sòls que poden ser usades per augmentar el contingut de matèria orgànica del sòl i reduir les pèrdues del sistema. Totes elles estan associades a l'agricultura de conservació i comporten el mínim o inexistent laboreig i l'ús de cobertura vegetal contínua i protectora formada per materials vegetals vius o morts sobre la superfície del sòl ([www.navarraagraria.com/n157/arlabo2.pdf](http://www.navarraagraria.com/n157/arlabo2.pdf)).

#### 4.3.1 Emissions de diòxid de carboni i l'efecte hivernacle

En l'actualitat existeix un fort consens científic sobre el fet que el clima global es veurà alterat en el pròxim segle d'una manera significativa, degut a l'augment de concentracions de gasos d'efecte hivernacle com poden ser el diòxid de carboni, metà, òxids nitrosos, etc. Així doncs, la voluntat de gran part dels països industrialitzats d'aconseguir la disminució de les concentracions de CO<sub>2</sub> en l'atmosfera es veu continguda en el Protocol de Kyoto (1997) i en les posteriors actualitzacions.

L'efecte hivernacle és un procés natural pel qual l'atmosfera de la Terra reté part de la radiació que aquesta retorna en forma de radiació infraroja, un cop l'energia del sol ha arribat a la superfície de la Terra. Els gasos d'efecte hivernacle (GEH), en gran part, són els responsables d'aquesta retenció de radiació en l'atmosfera. Degut a la generalització d'activitats antropogèniques que produeixen aquests GEH, s'està produint un augment de l'efecte hivernacle.

Els GEH més importants són els següents:

- Vapor d'aigua (H<sub>2</sub>O<sub>v</sub>)
- Diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>)
- Ozó (O<sub>3</sub>)
- Metà (CH<sub>4</sub>)
- Monòxid de carboni (CO)
- Òxids de nitrogen (NO<sub>x</sub>)

S'ha observat que el diòxid de carboni és el segon gas d'efecte hivernacle més important després del vapor d'aigua. En l'atmosfera el carboni hi és present, principalment en la forma oxidada de diòxid de carboni. Les concentracions de CO<sub>2</sub> en l'atmosfera han augmentat considerablement, passant de 280 ppm en els temps preindustrials, a 379 ppm el 2005, aquest increment suposa una diferència del 70 % (IPCC,2007).

L'aport de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera pot tenir un origen natural o antropogènic. Les causes naturals es deuen principalment a la respiració dels organismes i descomposició de la matèria orgànica, i els incendis forestals naturals. Però aproximadament les tres quartes parts de les emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera durant els últims 20 anys han estat degudes a causes antropogèniques, entre les més importants es troba la crema de combustibles fòssils, tot i que no són menyspreables les emissions de CO<sub>2</sub> degudes a canvis en els usos del sòl, principalment per la desforestació (Alcañiz et al, 2005).

#### 4.3.2 El Protocol de Kyoto

L'any 1997 a la ciutat japonesa de Kyoto va tenir lloc la cimera internacional coneguda amb el nom de Protocol de Kyoto, que ha permès l'acord entre governs i científics, agrupats en el Panell Intergovernamental sobre el canvi climàtic (IPCC, 2007) per tal de reduir les emissions GEH. Els països que l'han signat han pactat reduir almenys un 5,2 % les emissions contaminants entre el 2008 i el 2012 prenent com a referència els nivells d'emissions de 1990. No ha estat fins el 16 de febrer de 2005 que l'acord ha entrat en vigor després de que, al firmar Rússia, es complís la condició de l'article 25 del protocol en què es demana que sigui ratificat pels països industrialitzats responsables d'almenys un 55% de les emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera.

L'objectiu principal del protocol és frenar el canvi climàtic. Per aquest motiu el protocol especifica els GEH que es volen reduir: el diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), el metà (CH<sub>4</sub>), els perfluorocarburs (PFCs) i l'hexafluorur de sofre (SF<sub>6</sub>).

Per tal de reduir les emissions de CO<sub>2</sub> en els articles 3.3 i 3.4 del protocol es proposa la possibilitat d'utilitzar el sòl com a embornal del CO<sub>2</sub>. L'article 3.3 del protocol de Kyoto cita textualment: *"Les variacions netes de les emissions per les fonts i l'absorció pels embornals de gasos d'efecte hivernacle deguts a l'activitat humana directament relacionada amb el canvi d'ús de la terra i la silvicultura, limitada a la forestació, reforestació i desforestació des de 1990, calculades com a variables verificables del carboni emmagatzemat en cada període acordat, seran utilitzades a efecte de complir els compromisos d'aquest article per a cada una de les parts que figuren a l'annex I. S'informarà de les emissions per les fonts i l'absorció pels embornals de gasos d'efecte hivernacle que tinguin relació amb aquestes activitats d'una manera transparent, verificable i revisades de conformitat amb l'article 7 i 8"*.

En el Protocol de Kyoto no s'ha fet esment dels fluxos de carboni en els sòls agrícoles, però sí que s'ha inclòs en la conferència celebrada a Bonn l'any

2001, on s'ha fet l'ampliació del Protocol. En l'article 3.4 s'ha afegit *"el correcte maneig dels sòls, tant els forestals com els agrícoles, com a estratègia per a la reducció del CO<sub>2</sub> atmosfèric"* ja que està relacionat amb l'increment dels nivells de carboni en els sòls.

## 5 OBJECTIUS

### 5.1 Objectiu general

El present estudi té per objectiu analitzar i avaluar els sòls d'un transecte de 1600 Hectàrees que es troba entre Sta. Coloma de Farners i St. Dalmai (Vilobí d'Onyar), comarca de la Selva.

Aquests sòls estant condicionats per diferents materials originaris i presenten usos i maneigs diferents.

Els principals usos són agrícoles (avellaners, rotació de conreus) i forestals ( boscos mixtes, alzinars, suredes, pinedes i pollancredes). Aquests usos estant distribuïts de forma diferent atenent a les característiques del pendent del sòl i la seva profunditat.

S'han realitzat les comparacions entre punts de 6 diferents orígens geològics, relacionant-los amb les característiques i propietats dels sòls (pH, textura, matèria orgànica, conductivitat elèctrica, i l'emissió de diòxid de carboni i la capacitat de segrest del carboni) que conformen els sòls de cada zona analitzada. S'ha tingut una major atenció en les variables quantitatives d'emissió de diòxid de carboni i capacitat de segrest de carboni en funció de l'ús del sòl.

## 5.2 Objectius específics

1) OBTENIR INFORMACIÓ ACTUALITZADA DELS SÒLS DE LA ZONA ESTUDIADA:

- Descripció
- Determinació de les principals característiques físico-químiques
- Determinació de l'activitat biològica

2) CLASSIFICAR LA ZONA SEGONS LES CLASSES DE CAPACITAT AGROLÒGICA

- Aplicació del sistema automàtic d'avaluació Microleis

3) CAPACITAT DE SEGREST DE CARBONI DEL SÒLS DE LA ZONA

- Determinació de la potencialitat d'emissió de CO<sub>2</sub> respecte el contingut de carboni i el coeficient de mineralització.

4) APLICACIÓ DE SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA (SIG) PER AL PROCESSAMENT, VISUALITZACIÓ I ANÀLISIS DE DADES DE FORMA ESPACIAL PER TAL DE FACILITAR LA UTILITZACIÓ DE LES DADES.

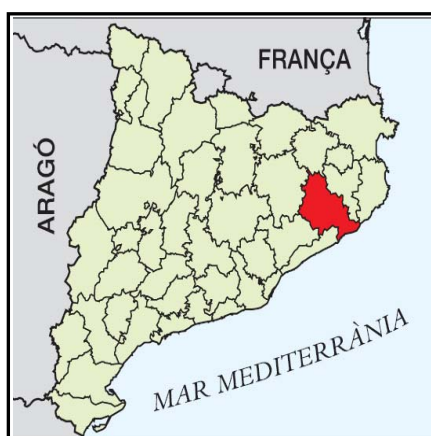
- Aplicació del programa ArcView 9.2

## 6. ÀREA D'ESTUDI

### 6.1 Situació

La comarca de La Selva és una unitat comarcal situada al sector nord-oriental de la península ibèrica (figura 4). La capital de la comarca és Santa Coloma de Farners. En la documentació antiga Silva (S.XIII), del llatí SILVA “bosc” és el descriptiu geogràfic antic.

En la figura 4 es pot veure el mapa de Catalunya amb la delimitació comarcal. S'ha ressaltat la comarca de La Selva.



**Figura 4:** Mapa de les comarques de Catalunya. (Font: ICC)

### 6.2 Localització de l'àrea d'estudi

La zona d'estudi es troba entre les poblacions de Sta. Coloma de Farners i St. Dalmaí (Vilobí d'Onyar), poblacions de la comarca de La Selva on s'observen sòls representatius de la zona.

En la figura 5 es pot veure la comarca de La Selva i s'ha ressaltat el transecte aproximat on s'ha realitzat l'avaluació dels sòls.

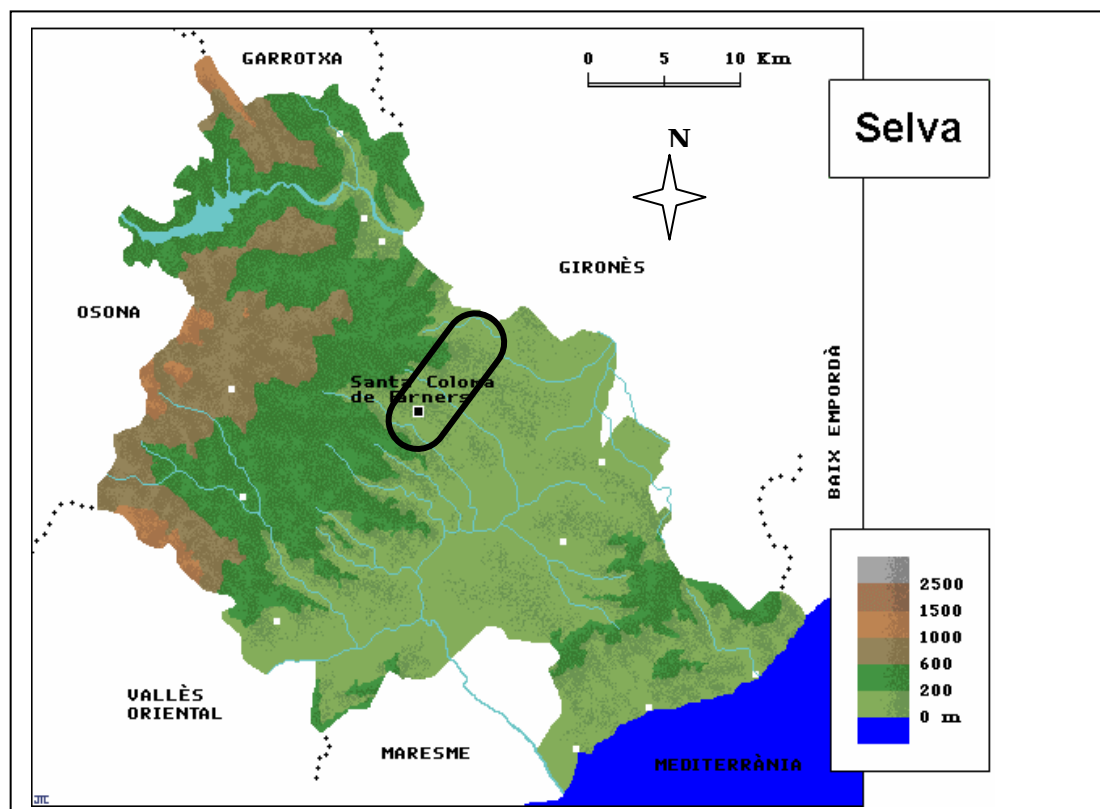


Fig.5: Mapa de la comarca de la Selva, el requadre ens indica el transecte aproximat a on s'ha fet l'avaluació de sòls. (Font: ICC, adaptació pròpia)

- Sta. Coloma de Farners està situada al centre de la comarca de La Selva, entre el massís de les Guilleries i la depressió gironina, té una extensió de 71,31 Km<sup>2</sup>. El terme comprèn una bona part de la capçalera de la riera de Sta. Coloma (afluent de la Tordera) limita al nord amb els termes d'Osor i de Brunyola, al Sud amb Riudarenes i Sant Feliu de Buixalleu, a llevant amb Vilobí i Riudarenes i a ponent amb els termes de St. Hilari Sacalm i Arbúcies. El sector nord-oest és accidentat per una sèrie de muntanyes d'altitud mitjana que no arriben als 1000 metres: contraforts de Santa Bàrbara, de l'Espinau amb el coll del Roscall, del Pedró i el Serrat del Corb. Per la banda oriental i sud-oriental, la plana suaument ondulada arriba fins a les muntanyes de la costa (Alberch et al, 1981).
- St. Dalmai és un agregat de Vilobí d'Onyar. Està Situat a la ribera esquerra del riu Onyar. És accidentat per serrats de poca alçària, petits turons

com el turó de St. Llop (233 m. alçada) o la formació volcànica del cràter de la Crosa que està situat a la vora de la carretera comarcal GI-533.

## 6.3 Geologia

### 6.3.1 Geologia de l'àrea d'estudi.

La zona estudiada presenta 6 materials geològics diferents.

En figura 6 es pot veure mapa digital 1:50000 dels diferents orígens geològics. S'ha remarcat el transsecte estudiat.

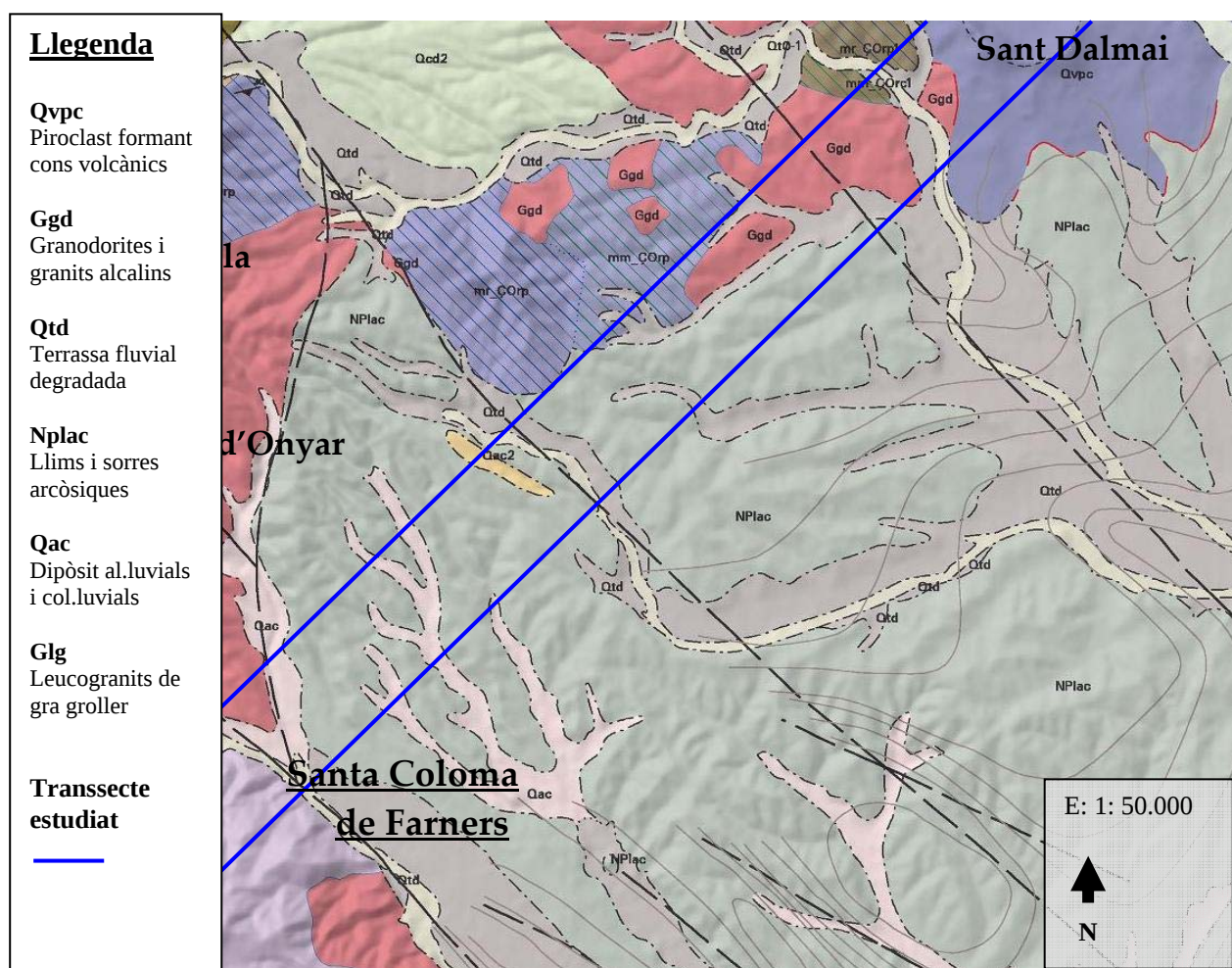


Fig. 6: Mapa geològic de la zona d'avaluació (Font: Inst. Cartogràfic de Catalunya, <http://www.icc.cat>, adaptació pròpia)

Tal com es pot veure en la figura 6, seguint un ordre de nord a sud, els materials presents en el transsecte d'estudi són (Vehí, M., 2001).

- **Piroclasts formant cons volcànics(Qvpc)**
- **Graniodorita i granits alcalins(Ggd)**
- **Lutites i graves. Terrassa fluvial degradada(Qtd)**
- **Llims i sorres arcòsiques amb nivells d'argiles i conglomerats(Nplac)**
- **Dipòsit al·luvial-col·luvial. Graves amb matriu sorrenca i argilosa(Qac)**
- **Leucogranits de gra groller(Glg)**

#### **Piroclasts formant cons volcànics (Qvpc)Plistocè-Holocè:**

En la zona de St. Dalmai existeix el volcà de la Crosa que té forma de cercle irregular de 3 quilòmetres de diàmetre i una depressió central, la caldera presenta d'un quilòmetre de diàmetre i uns 50 metres de diferència de cota. Litològicament està format per successives capes de material piroclàstic procedent de diferents explosions. En una sortida exterior han arrossegat trossos de colades basàltiques que mostren una estructura escoriàcia i que contenen petits cantells de granit i obsidiana. També són freqüents els grans blocs de granit.

#### **Granodorita i granits alcalins (Ggd)Carbonífer-Permià Paleozoic:**

Constitueixen la massa intrusiva principal de les Guillerries. Sovint s'han englobat en aquest terme a roques que van des de granits leucocràtics fins tonalites. Tenen en comú el tamany de gra generalment gros, i la forta alteració a sauló que presenten.

#### **Lutites i graves. Terrassa fluvial degradada (Qtd)Plistocè superior-Holocè:**

Formen una banda d'amplada variable que va lligada als cursos fluvials. Solen tenir encaixats diferents nivells de terrassa. En conjunt són llims arenosos marrons i grisos amb cantells arrodonits. Se situen a una cota de 9 a 12 metres sobre el nivell del riu (quaternari).

### **Llims i sorres arcòsiques amb nivells d'argiles i conglomerats(Nplac)Pliocè Neogen:**

És un material que presenta material fi com són llim i sorres de caràcter arcòsic. L'origen és de l'època del Pliocè, concretament del Neogen.

### **Dipòsit Aluvial-Coluvial. Graves amb matriu sorrenca i argilosa (Qac) Holocè Cenozoic Quaternari:**

És un dipòsit mixt format per l'acció conjunta de cursos d'aigua de petit recorregut i als processos d'alteració de penya-segats. Són materials fins amb alguna proporció d'elements majors. Queden molt definits, principalment en els cursos d'aigua que transcorren per les zones on afloren les arcoses pliocèniques, fàcilment erosionables, que per gravetat cauen cap al fons del llit fluvial.

### **Leucogranits de gra groller (Glg) Carbonífer-Permà:**

Hi ha un gran aflorament a la zona oest de Santa Coloma de Farners. Es tracta d'un granit de gra gros, de tendència leucocrata, rosat, amb textura hipidiomorfa granada, heterogranular. Com a minerals essencials conté el quarz, plagiocasa, i ortosa. Com a minerals accessoris la clorita (roques ígnees).

#### **6.3.2 Influència del material originari sobre les característiques del sòl.**

El sòl es forma de manera molt lenta per alteració de les roques de la superfície terrestre, degut a processos geològics de meteorització de la roca mare i a l'acció d'organismes (bacteris, algues, líquens, fongs, molses, vegetals superiors, etc).

La meteorització d'una roca dona lloc a una capa que difereix d'aquesta per la seva granulometria, la seva mineralogia o per ambdues coses. Aquesta capa se la denomina regolita, el seu límit inferior és el front de meteorització i el límit superior és la superfície (Porta et al, 1999).

Es sap que la meteorització, en un principi, actua paral·lelament a la superfície de la roca, i a la del sòl posteriorment. Els fenòmens que es generen són en funció de la distància a aquesta superfície.

La influència del material originari es pot veure en el sòl determinant en part el color, la textura, l'estructura, la reacció, etc. Aquesta influència dependrà de la susceptibilitat de la roca a meteoritzar-se, de les seves característiques físiques, del règim d'humitat i de l'edat del sòl. Amb el pas del temps un sòl anirà diferenciant-se cada vegada més del material originari.

#### **6.4 Hidrologia de l'àrea d'estudi**

L'àrea d'estudi es travessada per dos rius principals. El riu Onyar (afluent del Ter) i la riera de Santa Coloma (afluent de La Tordera). Ambdós són afluents de rius que desemboquen a la Mar Mediterrània. Aquests rius es consideren irregulars tant anualment com interanualment. Aquesta irregularitat es tradueix, de vegades, a la tardor amb episodis de crescudes catastròfiques. Els sistemes més importants són els corresponents a l'Onyar i a la riera de Santa Coloma.

- El sistema Onyar disposa d'un règim irregular amb 34 Km de recorregut i un cabal mig de 1,82 m<sup>3</sup>/s .
- El sistema Riera de Santa Coloma disposa d'un règim irregular amb un cabal mig de 0,22 m<sup>3</sup>/s.

#### **6.5 Característiques climàtiques**

L'estudi climàtic de la zona s'ha fet amb les dades de l'observatori de l'aeroport Girona-Costa Brava obtingudes a través de "l'Instituto Nacional de meteorología" ([www.inm.es](http://www.inm.es)).

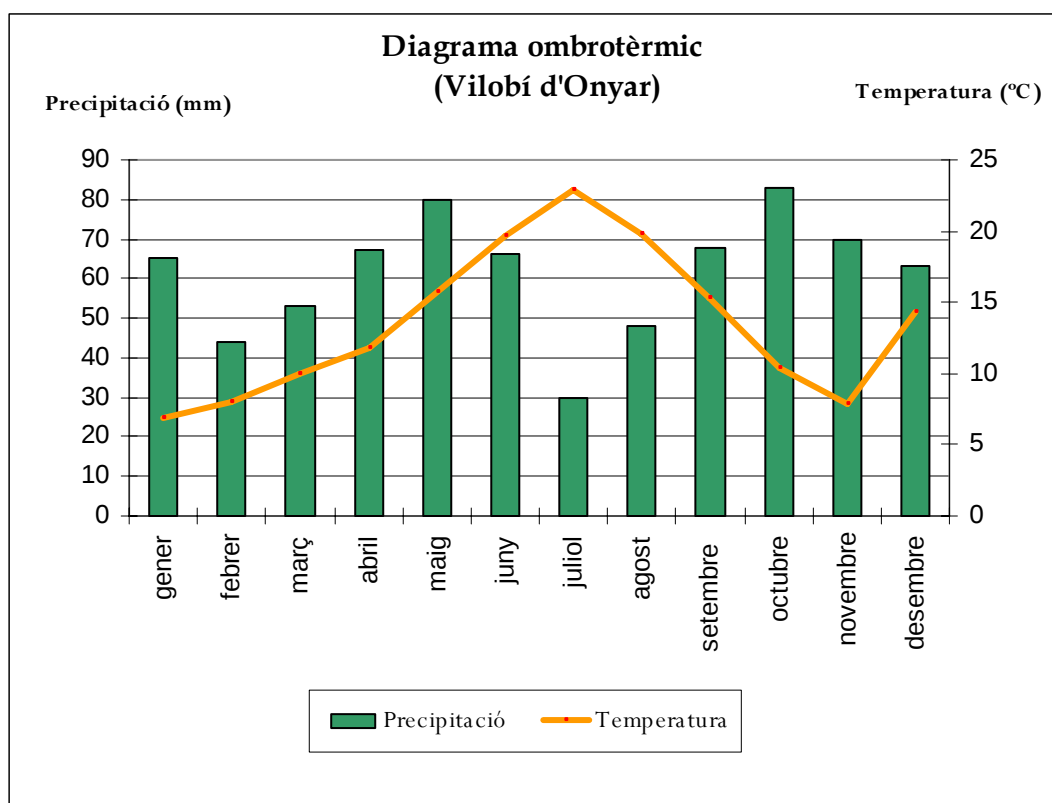
##### **6.5.1 Temperatura**

L'àrea cartografiada es caracteritza per tenir un clima xèric, amb sequera als mesos d'estiu. Les temperatures poden arribar als mesos de juliol i agost fins al 40°C i a l'hivern fins a - 13°C de mínima. La temperatura mitjana anual és de 14,3°C.

##### **6.5.2 Precipitació**

La precipitació mitjana anual de la zona és de 724 mm. Els mesos més secs són juliol, agost i febrer.

En la figura 7 es pot observar el diagrama ombrotèrmic de l'estació meteorològica de l'aeroport de Girona-Costa Brava.



**Figura 7:** Diagrama ombrotèrmic (Font: Instituto Nacional de Meteorología, elaboració pròpia)

### 6.5.3 Vents

Els vents dominants són els que bufen del nord-oest (mestral) presents al llarg de l'any, i els del sud (migjorn) i sud-oest (garbí); més significatius a la primavera i a l'estiu.

## 6.6 Tipus de sòls

En la zona estudiada s'hi pot trobar principalment entisòls i inceptisòls, segons Soil Taxonomy System (STS) (Gisbert J.M.,1999).

En la figura 8 es pot veure el mapa de sòls de la comarca de La Selva mitjançant l'aplicació Seisnet. Aquest mapa mostra que bàsicament hi ha tres tipus de sòls. Tots tres tenen un clima xèric i la majoria són entisòls o inceptisòls. En la llegenda del mapa el nombre 51 correspon a un Xerofluent i que l'origen d'aquests sòls és fluvial. El nombre 105 correspon a sòls classificats com Xerumpbrepts i indica que hi ha horitzons que tenen matèria

orgànica, normalment amb un percentatge de matèria orgànica superior a l'1 %, que dona coloració fosca i que és desaturat en bases. El número 46 correspon a típics entisòls (Xerorthent) i típics inceptisòls (Xerochrept).

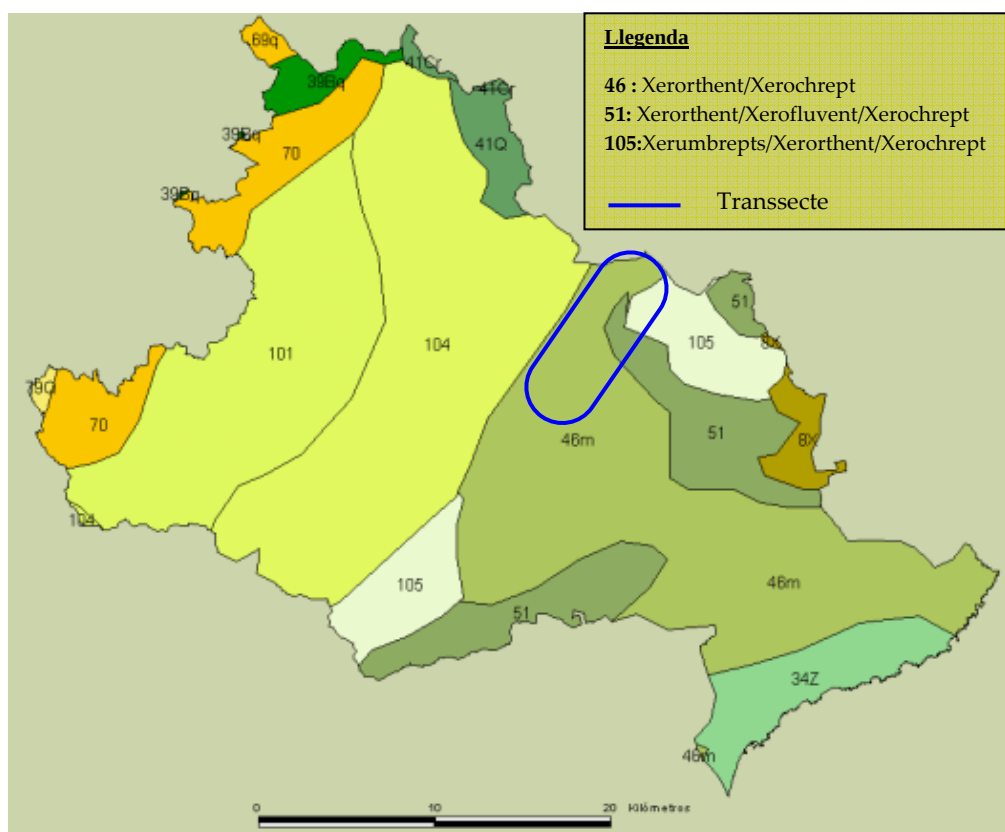


Fig.8: Mapa de sòls de la comarca de la selva. Font: sistema espanyol d'informació de sòls(SEISnet).

## Inceptisòls

Són sòls poc evolucionats, més que els Entisòls però menys que la majoria dels altres Ordres. Són sòls que presenten una baixa ( fins i tot mitjana) evolució, de classe molt heterogènia i de difícil definició. El seu perfil típic és ABwC.

Com a horitzons de diagnòstic poden presentar:

Epipedions de tots tipus encara que generalment es tracte d'òcric i també úmbric.

Dels subsuperficials, l'horitzó típic d'aquest ordre és el càmbic, a vegades acompanyat del càlcic ( no poden tenir ni argílic, ni espòdic, ni òxic).

Els sòls més representatius de la zona són els classificats com a Xerumbrepts i Xerochrept.

## Entisòls

L'ordre dels entisòls agrupa sòls que no tenen un perfil diferenciat, bé de tipus AR o AC i variants. Aquest lleuger o nul desenvolupament d'horitzons en el nostre territori és degut bàsicament a què el sòl es troba en posicions geomorfològiques que afavoreixen l'erosió i pertanyen al subordre del ortents.

Dels horitzons de diagnòstic només es presenten aquells que s'originen fàcilment. Quasi sempre amb horitzons de diagnòstic òcric i amb àlbic (desenvolupats a partir d'arenes).

No poden presentar: ni càlcic, ni càmbic, ni argílic, ni espòdic, ni òxic, ni tant sols un epipedió móllic o úmbric.

El seu perfil és: horitzó AC (en algunes ocasions existeix horitzó B, però sense que tingui suficient desenvolupament com per a poder ser horitzó de diagnòstic).

Els sòls més representatius de la zona són els Xerofluvent i els Xerorthents.

## 7. MATERIAL I MÈTODES

### Metodologia d'estudi

La zona d'estudi s'ha delimitat a partir d'un transsecte amb diferents orígens geològics i diferents usos (agrícola i forestal). Dins dels límits d'aquest transsecte s'ha fet una classificació agafant com a base de referència els tipus d'ús majoritari de cada zona i s'ha dividit amb tres unitats fisiogràfiques:

1. **Ús agrícola:** zona on hi predomina majoritàriament camps agrícoles.
2. **Ús mixta:** És la zona més extensa i hi ha camps i boscos.
3. **Ús forestal:** zona on hi predomina majoritàriament boscos.

Un cop classificat per unitats fisiogràfiques s'ha fet el treball de camp on s'han determinat diferents característiques, "in situ", de cada mostra: la textura del sòl al tacte, la presència de carbonats, l'ús concret del sòl, el pendent i els símptomes de drenatge del sòl.

Per altra banda a laboratori s'ha fet l'anàlisi de pH, el percentatge de matèria orgànica, densitat aparent, conductivitat elèctrica i respirometria, (diòxid de carboni emès per cada sòl).

En la figura 9 podem veure el diagrama esquemàtic que s'ha seguit per a la realització del treball.

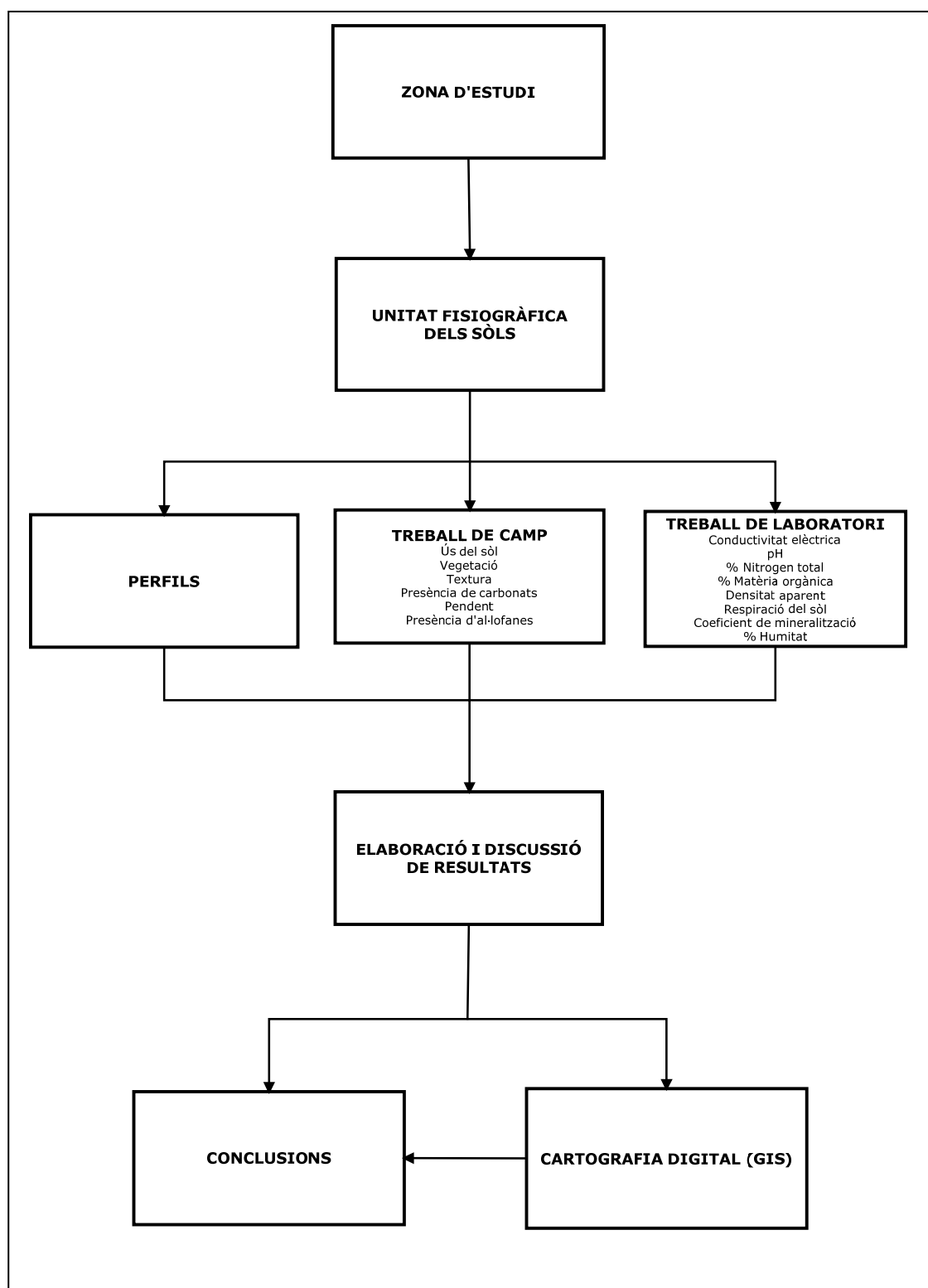


Fig.9: Diagrama de flux del pla de treball del projecte.

## 7.1 Treball de camp

Per dur a terme aquesta part del treball fi de carrera s'ha seguit un pla de treball distribuït en blocs interrelacionats:

- Recollida prèvia d'informació
- Cartografia dels punts i recollida de mostres,
- Determinació d'unitats d'avaluació del sòl i nombre de punts d'observació.
- Elaboració de base de dades, tractament estadístic i transformació a un GIS.

A continuació es descriu la metodologia utilitzada en cadascun d'aquests blocs.

### 7.1.1 Recollida prèvia d'informació

S'ha delimitat l'extensió de la zona a estudiar en funció dels objectius proposats. S'ha fet una recopilació dels antecedents bibliogràfics i un recull de les dades prèvies sobre l'edafologia, geologia, climatologia, vegetació i usos del sòl de la zona a estudiar.

### 7.1.2 Determinació d'unitats d'avaluació del sòl i nombre de punts d'observació.

En aquesta fase és on s'ha establert els límits de les unitats fisiogràfiques o d'avaluació del sòl (UF) sobre l'ortofotomapa escala 1:25000 (ICC, 2003) i s'han determinat el número de punts d'observació per l'estudi del sòl en el camp, en cada Unitat Fisiogràfica.

Per tal de determinar el nombre d'observacions s'ha fet ús de la següent expressió, proposada per Nieves i col. (1985), citat per Porta et al. (2005).

$$Dn = 4 / K n^2 \text{ observacions/ha}$$

K: eficiència edafològica

On:

dn: densitat d'observacions

n: escala mapa/10000

El concepte d'eficiència edafològica (K) té en compte les condicions d'execució del treball com ara la informació disponible, època de l'any, cobertura del sòl, etc. Pel que:

K= 1 si la massa vegetal arbòria dificulta l'observació del terreny  
 $5 < k < 10$  en àrees conreades de la zona temperada  
 $k=20$  relleu ondulat en àrees sense cobertura vegetal i fotos aèries.

Si s'agafa com a valor d'eficiència edafològica,  $K=5$  per les característiques tipus de la zona i considerant que s'ha treballa a escala 1:25000 el resultat és de:

$$Dn = 4 / (5 \cdot 2,5^2) = 0,128 \text{ observacions/ha}$$

Per tant la densitat d'observacions que resultat és de 0,128 observacions per hectàrea. Com que avaluem 1600 hectàrees de sòls, representa un total de 204 observacions.

$$0,128 \text{ obs/ha} \times 1600 \text{ ha} = 204 \text{ observacions}$$

Per l'objectiu del treball s'ha considerat (Porta et al, 2005) mostrejar el 60% d'aquestes 204 observacions.

Pel que resulta que el 60% de 204 observacions representa 122 observacions i presa de mostres.

## Campanya de camp

S'ha elaborat un inventari dels punts d'observació prefixats. Tal com es pot veure en la taula 1, s'ha preparat una fitxa de camp on s'han anotat propietats rellevants pels objectius del treball

**Taula 1:** Model de fitxa de camp utilitzada durant la campanya de mostreig (elaboració pròpia).

| Punts de mostreig | Coord. UTM | Litologia | Unitat fisiogràfica | Textura al tacte | Presència carbonats | Ús del sòl | Vegetació | Pendent | Presència d'al·lòfanes |
|-------------------|------------|-----------|---------------------|------------------|---------------------|------------|-----------|---------|------------------------|
| 1                 |            |           |                     |                  |                     |            |           |         |                        |
| 2                 |            |           |                     |                  |                     |            |           |         |                        |
| 3                 |            |           |                     |                  |                     |            |           |         |                        |
| 4                 |            |           |                     |                  |                     |            |           |         |                        |
| ....              |            |           |                     |                  |                     |            |           |         |                        |

En tots els punts de mostreig s'ha determinat els següents paràmetres: número de punt observat, coordenades UTM(X,Y), litologia, unitat fisiogràfica, textura al tacte, presència de carbonats, tipus d'ús del sòl, vegetació, pendent i presència d'al·lòfanes.

En tots els punts observats s'ha fet una localització amb un aparell de georeferència (Garmin GPS 60) per obtenir major precisió en establir les coordenades. Un cop localitzat el punt, se n'ha extret una mostra de sòl inalterada amb un cilindre. També s'ha pres una mostra de sòl amb una pala, abans s'havia tret el que correspon a "lliterfall", és a dir, fullaraca que ha caigut de la vegetació i encara no ha estat descomposta. Pel mostreig s'ha utilitzat una pala i bosses de plàstic on s'ha posat les mostres de terra, prèviament identificades, per ésser analitzades al laboratori.

### **7.1.3 Descripció de perfils**

En cada una de les unitats fisiogràfiques s'ha procedit a l'obertura i descripció de perfils representatius de la zona (Pardini i Gispert, 2000 ).

### **7.1.4 Cartografia dels punts i recollida de mostres.**

Per la cartografia dels punts s'han utilitzat ortofotomapes en color 1:25.000 (digitals i en format paper). Mapes geològics 1:50000 (digitals i en format paper).

El procediment que s'ha seguit en la seva elaboració ha estat dividit en tres punts bàsics:

1. Delimitació concreta del transsecte utilitzat per a l'estudi. Tenint en compte els diferents orígens geològics de la zona.
2. Reconeixement dels diferents tipus de materials geològics i obertura de diferents perfils representatius.
3. Determinació dels punts concrets on després s'han agafat les mostres.

També s'ha utilitzat una cartografia digitalitzada dels diferents orígens geològics de la zona per tal de ser utilitzat com a informació de base.

## 7.2 TREBALL DE LABORATORI

### 7.2.1 Caracterització físico-química

La caracterització físico-química dels sòls s'ha realitzat seguint els mètodes oficials del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació (MAPA, 1979), les indicacions de Porta et al (2005) i Pardini i Gispert (2000).

#### 7.2.1 Determinació de la densitat aparent (Pardini i Gispert, 2000)

Per a determinar aquest paràmetre s'ha utilitzat el mètode del cilindre, que consisteix en clavar al sòl un cilindre de 5cm. de longitud i de diàmetre. La mostra obtinguda s'ha identificat i s'ha portat al laboratori on s'ha pesat i assecat a una estufa a 40°C durant 72 hores. Passat aquest temps s'ha tornat a pesar la mostra i s'ha tarat el cilindre.

Mitjançant la fórmula següent s'ha trobat el valor de la densitat aparent (gr/cm<sup>3</sup>) :

$$Da = (Ps - T) / V$$

On:

Da : densitat aparent (gr/cm<sup>3</sup>)

Ps: pes sec (gr.)

T: tara del cilindre (gr.)

V: volum del cilindre

#### 7.2.2 Textura determinada al tacte (Porta et al, 2005)

Les mostres de sòls que s'han tamisat amb garbell de 2mm de llum, se n'ha determinat la textura al tacte. Se n'ha fet la classificació en 3 tipus diferents de textures en funció de les seves característiques.

En la figura 10 es veuen esquematitzats els passos que s'han seguit per a determinar la textura al tacte de cada mostra.

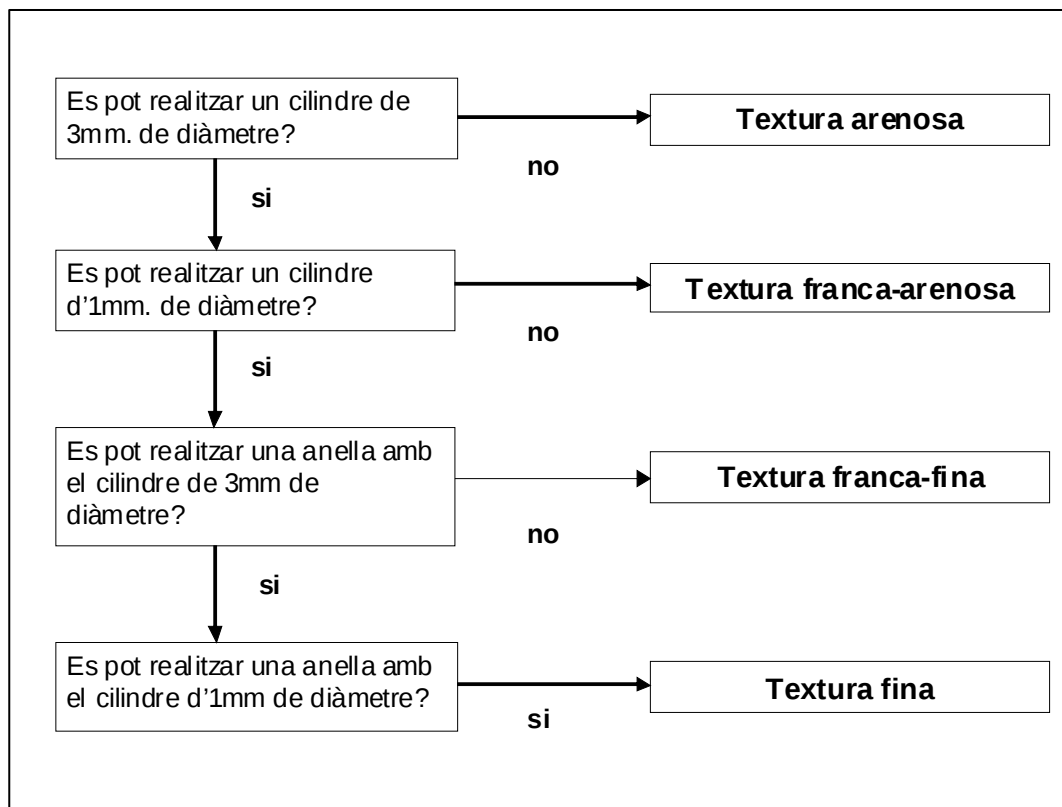


Fig. 10: Textura determinada al tacte. Font: Porta et al, 2005 (adaptació pròpia).

Tal com es pot veure en la figura 10, es poden diferenciar les classes texturals següents:

**Arenosa:** amb el sòl humitejat en el punt d'adherència no es poden fer anelles amb els cilindres de 3mm de diàmetre.

**Franca:** amb el sòl humitejat en el punt d'adherència es poden fer anelles amb els cilindres de 3 mm i 1 mm de diàmetre.

**Argilosa:** amb el sòl humitejat en el punt d'adherència es poden fer cilindres de 3mm de diàmetre i 10 cm. de llarg, es pot fer un anell sobre si mateix sense trencar-se.

### 7.2.3 Determinació del pH o reacció al sòl (MAPA, 1979)

El mètode utilitzat per a determinar el pH del sòl és el potenciomètric, consisteix en la mesura del potencial elèctric que es crea en la membrana de vidre d'un elèctrode. Aquest potencial elèctric es crea amb l'activitat dels ions d'hidrogen que hi ha a una i altra banda de la membrana.

El procés consisteix en pesar 10 gr. de sòl que es posen dins d'uns pots d'un volum de 100 ml, s'addicionen 25 ml d'aigua destil·lada. És important que la relació sòl-aigua sempre sigui 1:2,5 en p/v.

Tot seguit, es posen els pots a l'agitador, on es barregen durant 30 minuts com a mínim. Passat aquest temps, i un cop s'ha calibrat l'aparell, amb les solucions valorades de pH 7.02 i 4.00, es valoren les solucions i s'obté directament el valor del pH.

En la fotografia 1 es pot observar l'aparell, pHmetre CybersCan 510, que s'ha utilitzat per fer les mesures de pH.



**Fotografia 1:** pHmetre CybersCan 510 utilitzat en les mesures de pH de les mostres de sòl (fotografia: Miquel Serrat).

#### 7.2.4 Determinació de la conductivitat elèctrica del sòl.

La determinació de la conductivitat elèctrica s'utilitza normalment per indicar la concentració total de components ionitzats en les solucions i també per expressar la salinitat del sòl.

Per tal de determinar la conductivitat elèctrica el que s'ha fet és pesar 10 gr. de sòl de la mostra a valorar i s'ha posat en un recipient de 100 ml, on s'hi ha afegit 50 ml d'aigua destil·lada de tal manera que la relació sòl-aigua sigui 1:5. El conjunt s'ha barrejat en l'agitador durant un mínim de 30 minuts. Posteriorment s'ha introduït l'elèctrode del conductímetre a la solució i s'ha obtingut el valor de la conductivitat elèctrica en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La conductivitat elèctrica al dependre directament de la temperatura, fa imprescindible tenir-la en compte en el moment en què es determinen les diferents lectures, ja que en funció d'aquesta s'haurà d'aplicar un o altre factor de correcció.

$$E.C (25^{\circ} \text{C}) = E.C_t \times f_t$$

On

E.C : conductivitat elèctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

E.Ct: conductivitat elèctrica a una determinada temperatura

ft: factor de correcció

### 7.2.5 Carbonats (Porta et al, 2005)

Els carbonats poden provenir del material originari, com passa en els sòls desenvolupats a partir de roques calcàries, dolomies o margues; poden ser aportats pel vent i l'aigua (dissolts o en suspensió), o bé com a resultat de pràctiques agrícoles com l'encalçat.

En aquest cas només s'ha observat si hi ha presència de carbonats aplicant àcid clorhídric (HCl) sobre la mostra de sòl i veure si fa efervescència. Aquesta efervescència es pot atribuir a la reacció entre els carbonats i l'àcid clorhídric on es desprèn  $\text{CO}_2$  en forma gasosa.

Els protons de l'àcid clorhídric (HCl) i els carbonats formaran bicarbonat aquest al continuar en medi àcid s'associarà a un altre protó formant àcid carbònic ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Aquest àcid carbònic és molt inestable i ràpidament es dissocia donant aigua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) i diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ) que produeix aquest bombolleig.

### 7.2.6 Determinació del Nitrogen total pèl mètode de Kjeldhal (MAPA, 1979)

Consisteix en l'oxidació del sòl per via humida, de tal manera que per digestió en àcid sulfúric i en presència d'un catalitzador, tingui lloc la transformació de la major part de les formes del nitrogen orgànic contingudes en sals amòniques.

El procés es basa en pesar 1 gr. de mostra de sòl per triplicat i posar-lo en un tub de digestió Kjeldhal.

A cada un d'aquests tubs s'hi ha posat una pastilla de seleni, que ha actuat de catalitzador de la reacció, i a més s'hi han dispensat 10 ml d'àcid sulfúric ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Aquests tubs, en tongades de 20, s'ha situat sota la campana d'extracció, en el bloc digestor a  $170^\circ\text{C}$  durant una hora i a continuació durant dues hores més a una temperatura de  $370^\circ\text{C}$ .

Un cop passades aquestes 3 hores, les mostres digerides s'ha retirat del bloc, s'han deixat refredar i s'hi ha addicionat 25 ml d'aigua destil·lada.

A continuació s'ha col·locat els tubs en el destil·lador Kjeldhal, i al tub de recollida de vapors s'ha introduït en un erlenmeyer que conté 25 ml d'àcid bòric al 4% i 5 gotes d'indicador mixta. A continuació s'ha destil·lat i en l'erlenmeyer s'ha recollit tot l'amoni contingut en la mostra.

El volum destil·lat s'ha valorat amb àcid sulfúric 0,05N ( la normalitat pot dependre del contingut de nitrogen de la mostra).

Per calcular el nitrogen total expressat en mg. s'ha aplicat l'expressió següent:

$$\text{mg N} = C * N * 14$$

mg N: nitrogen (mg)

C: volum d'àcid sulfúric consumits (ml)

N: normalitat de l'àcid valorant (eq/l)

El nitrogen total expressat en percentatge s'obté de la manera següent:

$$\%N_T = (N / P) * 100$$

N<sub>T</sub>: nitrogen total (%)

N: nitrogen en el sòl (mg)

P: pes de la mostra de sòl (mg)

En la fotografia 2 es pot veure el digestor Kjeldhal que s'ha utilitzat per mesurar el nitrogen total de les mostres.



**Fotografia 2:** Digestors Kjeldhal utilitzat per a mesurar el nitrogen total de les mostres (fotografia: Miquel Serrat)

### 7.2.7 Determinació del carboni oxidable i matèria orgànica (MAPA, 1979)

La matèria orgànica del sòl té el seu origen en les restes vegetals, animals i microorganismes que s'acumulen en el sòl i s'incorporen en ell. Aquests estant sotmesos a un procés constant de transformació, sota l'acció dels factors edàfics, climàtics i biològics. Sobre aquests residus hi actuen microorganismes que els descomponen i transformen en altres components.

La determinació del carboni oxidable s'ha realitzat pel mètode d'oxidació per via humida. Aquest mètode es basa en l'oxidació del carboni orgànic del sòl, amb dicromat ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) 1 N, dissolt en  $\text{H}_2\text{O}$ , i la valoració l'excés d'àcid cròmic resultant, amb una sal de ferro ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , la sal de Mohr 0,5N.



El procés consisteix en pesar 0,5 o 1 gr. (depenent de si el sòl és molt orgànic) de sòl en un erlenmeyer de 250 ml, on s'ha afegit 10 ml de dicromat potàssic o 20 ml en el cas de sòls molt orgànics. S'ha realitzat una prova blanc cada 4 o 5 mostres.

Després de situar l'erlenmeyer sota la campana, ja que en la reacció es desprèn diòxid de carboni, s'hi ha addicionat 10 ml d'àcid sulfúric i s'ha deixat reposar 30 minuts.

Passat aquest temps s'han afegit 150 ml d'aigua destil·lada i 10 ml d'àcid ortofosfòric ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) concentrat al 85%. A continuació s'han afegit 10 gotes d'indicador de difenilamina a cada erlenmeyer i, mitjançant la solució de sal de Mohr 0,5 N s'han valorat cada una de les mostres.

Càlcul del carboni oxidable:

$$\% \text{Cox} = (0.3 * (\text{A}-\text{B}) * \text{N}) / \text{P}$$

Cox: carboni oxidable(%)

A: Volum de sal de Mohr consumit en la valoració del blanc (ml).

B: Volum de sal de Mohr consumits en la valoració de la mostra (ml).

N: normalitat de la sal de Mohr (eq/l)

P: pes de la mostra (g)

Es considera que del total de la matèria orgànica, el 58% es troba en forma oxidable per això s'aplica un factor de correcció  $(100/58) = 1,724$

El càlcul del percentatge de la matèria orgànica s'obté aplicant la següent fórmula:

$$\%MO = \%CO * 1.724$$

MO: matèria orgànica (%)

CO: carboni oxidable (%)

### 7.2.8 Determinació d'al·lòfanes en el sòl (Porta et al, 2005)

S'han determinat les al·lòfanes de les diferents mostres de sòls per tal saber si conté material amorf típic de sòls volcànics (Fieldes i Perrot, 1966).

Per a determinar les al·lòfanes de les mostres de sòl s'ha utilitzat el mètode de NaF. Si ens dona positiu (coloració rosa intens), ens està indicant que hi ha al·lòfanes, per tant que hi ha material amorf, d'origen volcànic.

Es pesa 1 gr. de mostra de sòl i s'ha deixat sobre un vidre de rellotge (facilita veure si hi ha un canvi de color). S'han afegit 2 ml de NaF sobre la mostra de sòl i unes 4 gotes de fenolftaleïna al 1% en alcohol, que actua com indicador. S'ha deixat que faci reacció durant uns 5 minuts. Passat aquest temps si el sòl ha agafat una tonalitat rosa intens indica que hi ha presència d'al·lòfanes.

### 7.2.9 Valoració de la producció de CO<sub>2</sub> del sòl (Alef i Nannipieri, 1998)

El paràmetre que més sovint s'utilitza per a poder quantificar l'activitat microbiana en els sòls és la respiració d'aquests. La mesura de la respiració del sòl es fa mitjançant la determinació del CO<sub>2</sub> (Alef i Nannipieri, 1998).

En aquest cas s'ha mesurat la respiració basal que és la respiració que es produeix sense afegir cap tipus de substrat orgànic.

Abans de fer la mesura de la respiració s'han humitejat tots els cilindres prèviament secats a 40°C per tal que aquests es trobin en les mateixes condicions. S'ha fet posant-los a saturació fins que l'aigua ha ocupat tots els porus (macroporus i microporus) del sòl i ha humectat la part superior del

cilindre. A continuació s'ha deixat drenar, en una cambra fosca, durant 24 hores així l'aigua retinguda en els macroporus s'ha escolat per gravetat.

El mètode per quantificar la respiració del sòl mitjançant la mesura de CO<sub>2</sub> s'ha realitzat pel mètode dels pots tancats (Isermeyer 1952; adaptat per Alef i Nannipieri, 1998).

En aquest mètode es quantifica la quantitat de CO<sub>2</sub> que es produeix mitjançant una solució d'hidròxid sòdic (NaOH) amb la qual reacciona.

Així un cop passades aquestes 24 hores es fa la titulació de l'hidròxid de sodi amb àcid clorhídric (HCl) 1M. Cada 15 mostres es fan 2 mostres blanc.

Càlcul de mg de CO<sub>2</sub> produïts per la mostra de sòl:

$$\text{CO}_2 = (\text{A}-\text{B}) \cdot 22$$

CO<sub>2</sub>: mg de CO<sub>2</sub> produïts per 100 gr de sòl en 24 hores

A: ml de HCl 1M consumits en mostra blanc

B: ml de HCl 1M consumits en mostra de sòl

#### **7.2.10 Determinació del segrest del Carboni (coeficient de mineralització)**

Per tal de determinar la capacitat d'un sòl de segrestar carboni de la matèria orgànica s'ha utilitzat el coeficient de mineralització del carboni. Aquest coeficient representa la relació entre el carboni produït en la respiració del sòl i el carboni oxidable de la mostra. S'ha utilitzat la fórmula proposada per Dommergues (1960) per calcular aquest coeficient.

$$\text{Coef. Minera.} = \text{C}(\text{CO}_2) \times 100 / \text{C oxid}$$

On

C(CO<sub>2</sub>): carboni contingut en el CO<sub>2</sub> respirat en mg. g<sup>-1</sup>. dia<sup>-1</sup>

C oxid: carboni oxidable en mg. g<sup>-1</sup>

Aquest paràmetre és el que utilitzarem per valorar la capacitat del sòl de segrestar o capturar carboni de la matèria orgànica. El coeficient de mineralització s'ha expressat en percentatge per tal de facilitar la visualització dels resultats.

### 7.3 Avaluació dels sòls per Capacitat Agrològica

L'avaluació per capacitat agrològica d'un sòl és un sistema que va ser dissenyat inicialment per a la planificació dels treballs del Servei de Conservació de sòls del Departament d'Agricultura dels Estats Units d'Amèrica (USDA), en la dècada dels 40 a 50.

Aquest sistema s'ha adaptat a les condicions dels sòls espanyols i els seus objectius inicials s'han ampliat.

És un sistema que estima la capacitat de les terres per al seu ús agrícola, sense entrar a sistemes o pràctiques de conreu específics.

Per a tal de fer la classificació per capacitat agrològica de les diferents mostres s'ha utilitzat un sistema automàtic estandarditzat que es basa en el mètode ja explicat ( De la Rosa, D. 2008) anomenat Microleis.

El Microleis, el sistema que s'ha utilitzat per a obtenir les classes de capacitat agrològica del sòl, és definit per els seus propis autors com un sistema informatitzat de suport a la decisió sobre avaluació de terres per a la protecció de sòls agrícoles, amb especial referència a les regions mediterrànies. El MicroLEIS es pot trobar en versió espanyola i anglesa, i està a disposició de qualsevol usuari registrat a la pàgina web [www.microleis.com](http://www.microleis.com).

La determinació de la capacitat agrològica s'ha fet a partir de les diferents unitats fisiogràfiques i se n'ha extret una mitjana de valors. Aquests valors són els que s'han introduït al Microleis al model Cervatana i en funció d'onze paràmetres, tal com es veu en la figura 11, el programa ha estipulat quin tipus de capacitat d'ús té i els factors limitants del sòl estudiat.

En la figura 11 es pot observar la imatge que tal com es veu al accedir dins el model Cervatana i les dades que s'han d'introduir.

**Modelo Cervatana: Capacidad de uso general**

Unidad de tierra a evaluar: 2.1.1 mitjana

**Entrada de datos:**

Factor topografía (t)

☐ Pendiente, % Nula a suave (<7)

Factor suelo (l)

☐ Profundidad útil, cm Moderada (50-75)

☐ Textura Equilibrada

☐ Pedregosidad/rocosidad, % Nula a ligera (<15)

☐ Drenaje Moderado

☐ Salinidad, dS/m Nula a Ligera (<4)

Factor riesgo de erosión (r)

☐ Erosión, % Ligera

☐ Densidad de vegetación, % Alta (>30)

☐ Erosividad de la lluvia, R Ligera

Factor deficiencia bioclimática\* (b)

☐ Falta de agua Baja (Class h1)

☐ Riesgo de heladas Nulo (Class f1)

(\*) Estas variables pueden ser estimadas del modelo Terraza.

Fig.11: Imatge extreta del model Cervatana (font: [www.microleis.com](http://www.microleis.com))

Els diferents criteris de capacitat d'ús general del sòl que el model Cervatana del programa Microleis demana per tal de fer una valoració de la seva capacitat agrològica són els següents que es divideix en diferents nivells en funció d'unes determinades característiques:

**Taula 2 :** Característiques necessàries per avaluar la capacitat agrològica dels sòls i la jerarquització dels paràmetres.

| Pendent %                | Profunditat útil (cm) | Textura                                | Pedregositat / rocositat %  | Drenatge             | Salinitat, dS/m        | Erosió % | Densitat de vegetació % |
|--------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|----------|-------------------------|
| Nul·la a suau si és (<7) | Alta (>75)            | Equilibrada (franca)                   | Nul·la a lleugera (<15)     | Bo                   | Nul·la a lleugera (<4) | Lleugera | Alta (>30)              |
| Moderada (7-15)          | Moderada (50-75)      | Lleugera o pesada (arenosa o argilosa) | Lleugera a moderada (15-40) | Moderat              | Moderada (4-8)         | Moderada | Moderada (15-30)        |
| Forta (15-30)            | Escassa (25-50)       |                                        | Elevada (>40)               | Deficient o excessiu | Elevada(8-12)          | Elevada  | Nul·la a lleugera (<15) |
| Escarpada (>30)          | Somera (<25)          |                                        |                             |                      | Molt elevada (>12)     |          |                         |

A més d'aquest paràmetre hi ha el factor de la deficiència bioclimàtica. Aquests factors (falta d'aigua i risc de gelades), s'obtenen de la següent manera, seguint les indicacions de Gallardo et al, 2000.

**Falta d'aigua:** per trobar aquest valor s'ha utilitzat el model de classes de capacitat agrològica segons Gallardo et al, 2000).

La precipitació mitjana anual en mm és de 725. Al ser >700 estariem dins la classe I. Aquest resultat seria vàlid per a tots els punts del transsecte.

**Risc de gelades:** també s'ha utilitzat els criteris per a la determinació de classes de capacitat agrològica el model adaptat de Gallardo (2002).

Tenint en compte la mitjana de la temperatura mitjana de desembre i gener estaria dins la classe I.

Un cop s'han introduït tots els paràmetres s'obté una segona pantalla, tal com es veu en la figura 12, que ens indica la classe de capacitat agrològica que té el sòl.

Les classes de capacitat d'ús estan dividides en:

**S1:** classe altament apte. No presenta limitacions per l'ús.

**S2:** classe de capacitat d'ús bona. Presenta certes limitacions per a determinats cultius.

**S3:** classe de capacitat d'ús moderadament apte. Presenta limitacions que en conjunt són greus per a una utilització sostinguda.

**N:** Marginal o Nul·la. Actualment i/o permanentment no apte .

Els factors limitants que poden tenir els diferents sòls són:

**t:** pendent

**l:** sòl (poca profunditat)

**r:** risc d'erosió

**b:** dèficit bioclimàtic

Com a exemple s'observa en la figura 12 el resultat de la classe de capacitat agrològica que té la unitat fisiogràfica 2.1.1, seguint el model Cervatana del Microleis.

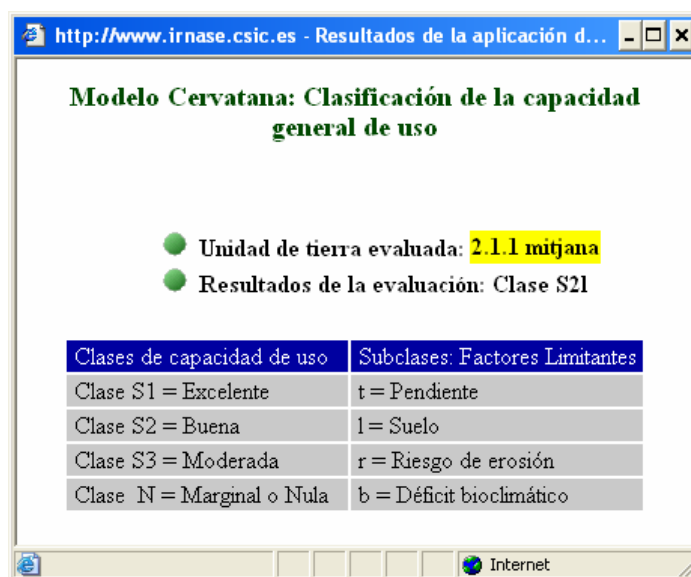


Fig.12: Exemple de resultat que ens donaria la mitjana dels valors de la unitat fisiogràfica 2.1.1.

## 7.4 Tractament de dades

### 7.4.1 Tractament informàtic de les dades

Per a realitzar el tractament informàtic de les dades s'ha creat una base de dades en el full de càlcul tipus Excel, mitjançant importació de la taula s'han pogut introduir i processar en els programes de Sistema d'Informació Geogràfica.

També s'ha utilitzat una nova base de dades només per a les característiques químiques, relacionada amb l'inventari general, en la que es poguessin anar incorporant dades sense limitació.

### **7.4.2 Elaboració de mapes. Sistema d'Informació Geogràfica (SIG)**

Per tal de poder processar la informació d'una manera fàcil i funcional s'ha tractat tota la informació amb el programa de GIS Arview 9.2 (2007) mitjançant el qual i amb l'assessorament del SIGTE (Servei d' Informació Geogràfica i Teledetecció) de la Universitat de Girona, s'han processat les dades i s'ha elaborat un sèrie de mapes temàtics que ens resumeixen els resultats de les mesures de camp i laboratori.

### **7.4.3 Tractament estadístic**

S'ha realitzat el tractament estadístic de totes dades mitjançant el programa SPSS 15.0 (2005). Les correlacions entre els paràmetres quantitatius i l'anàlisi factorial s'han fet amb aquest programa.

## 8. RESULTATS

### 8.1 Unitats Fisiogràfiques i punts de mostreig de la zona i perfils representatius

S'ha realitzat una campanya de mostreig amb el suport de l'ortofotomapa de Santa Coloma de Farners (2003) escala 1:25000 full 333-2-2(76-26), en un transsecte amb una extensió sobre mapa de 258 cm<sup>2</sup>, que correspon a 1600 Ha. S'ha procedit a delimitar diverses unitats d'avaluació de sòls en funció de la vegetació, pendent, litologia i ús del sòl.

En el mapa 1 de l'annex 2 es poden observar tots els punts mostrejats dins el transsecte sobre un ortofotomapa digital escala 1:25000.

Seguint de la Norma tècnica per a l'elaboració de la cartografia de sòls a escala 1:50.000 que defineix "La Sociedad Española de Ciencias del Suelo" (Sánchez et al, 2000). Concretament s'ha seguit la llista i codis dels usos del sòl de les unitats cartogràfiques incloses en el projecte CORINE, pel que s'han considerat tres unitats fisiogràfiques diferents. La seva distribució en el transsecte es pot observar en el Mapa 2 de l'annex 2.

#### 8.1.1 UNITAT FISIOGRÀFICA 2.1.1

La UF 2.1.1 "**Terres cultivables sense reg**" correspondria a zona de camps i es troba a la zona de Sant Dalmai, amb poques pendents i un ús majoritàriament agrícola. S'ha classificat com la zona *fisiogràfica de Sant Dalmai*, i és la que es troba més propera al con de la Crosa (correspon a la unitat 1 de la pàgina 16).

#### Perfils representatius de la zona

En la unitat fisiogràfica 2.1.1 s'ha realitzat la prospecció de dos perfils, són els perfils 1 i 2, que són explicats en les figures 13 i 14, els que es troben dins d'aquesta unitat fisiogràfica. La seva localització es pot observar en el Mapa 2 de l'annex 2.

El perfil 1 i 2 es troben al sector nord del transsecte i es troben en una zona de material geològic d'origen volcànic. El perfil 1 és representatiu de la zona del volcà de la Crosa de St. Dalmai, actualment d'ús agrícola (fotografia 3 i 4). El perfil 2 (fotografia 5) també d'ús agrícola es troba més al sud que el perfil 1 però també es troba en un origen geològic volcànic.

### PERFIL 1 : Piroclasts (Qvpc)

Terme municipal: St. Dalmat (Vilobí d'Onyar)

Coordenades UTM: X 478186 Y 4640747

Topònim: Camps de Can Segimon

Geomorfologia: Marge de camp de blat

Pendent: 0-2 %

Alçada: 170 m

Ús del sòl: Agrícola

Vegetació: Blat

Règim de temperatura: xèric



**Fotografia 3 i 4 :** Vista general i perfil del sòl dels camps de Can Segimon. Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Límits             | Estat d'humitat    | Taques           | Elements grollers | Textura | Estructura        | Presència de carbonats | Matèria orgànica |
|-----------|-------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|---------|-------------------|------------------------|------------------|
| A1        | 0-12 cm     | irregular          | Lleugerament humit | no               | no                | Arenosa | Grumosa           | no                     | si               |
| A2        | 12-45 cm    | nítid però regular | Sec                | no               | Algunes pedres    | Franca  | Grumosa           | no                     | si               |
| B         | 45-80 cm    | nítid però regular | Sec                | Petites blanques | Força pedres      | Franca  | Blocs subangulars | no                     | no               |
| C         | 80+         |                    | Sec                | no               | no                |         |                   | no                     | no               |

**Fig. 13:** Característiques del perfil 1

## PERFIL 2 : Piroclasts (Qvpc)

Terme municipal: St. Dalmat (Vilobí d'Onyar)

Coordenades UTM: X 478056 Y 4639986

Topònim: Camps de Can Coll

Geomorfologia: Marge de camp de blat

Pendent: 0-2%

Alçada: 140 m.

Ús del sòl: Agrícola

Vegetació: blat

Règim de temperatura: xèric



Fotografia 5: Perfil del sòl de Camps de can Coll. Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Estat d'humitat    | Taques                              | Elements grollers | Textura | Estructura        | Presència de carbonats | Matèria orgànica |
|-----------|-------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------|---------|-------------------|------------------------|------------------|
| A0        | 0-5 cm      | Sec                | no                                  | no                | Franca  | Grumosa           | no                     | si               |
| A1        | 5-15 cm     | sec                | no                                  | fins              | Franca  | Blocs subangulars | no                     | no               |
| A2        | 15-25 cm    | lleugerament humit | no                                  | fins i grans      | Franca  | Blocs subangulars | no                     | no               |
| B         | 25-70 cm    | humit              | moltes, negres, amb restes d'arrels | fins i grans      | Arenosa | Blocs subangulars | no                     | no               |
| C         | 70-90 cm    | humit              |                                     | n o               | Fina    |                   | no                     | no               |

Fig. 14: Característiques del perfil 2

### Característiques observades a camp de la Unitat fisiogràfica 2.1.1

En la taula 3 podem observar les característiques generals de la Unitat fisiogràfica de Sant Dalmai (UF 2.1.1). Aquesta unitat ve definida bàsicament per la seva litologia volcànica (piroclasts) tot i que trobem una presència remarcable de lutites. Predomina la textura arenosa o franca amb un contingut de carbonats pràcticament nul. Es determina la presència d'al·lòfanes en una part remarcable de punts de mostreig. Com es pot veure en el pendent es tracta d'una unitat de relleu pla excepte en uns pocs punts. L'ús majoritari del sòl es agrícola amb presència de conreus herbacis.

**Taula 3:** principals característiques de camp de la unitat fisiogràfica 2.1.1.

| Mostra | Litologia              | Ús del sòl | Vegetació    | Textura al tacte | Presència de carbonats | Pendent | Presència d'al·lòfanes |
|--------|------------------------|------------|--------------|------------------|------------------------|---------|------------------------|
| 1      | Granodorites i granits | bosc       | alzina, pi   | Arenosa          | nul·la                 | 7 a 12  | no                     |
| 2      | Piroclasts             | agrícola   | avellaners   | Franca           | nul·la                 | 0 a 2   | si                     |
| 3      | Piroclasts             | agrícola   | ray-grass    | Franca           | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 4      | Piroclasts             | bosc       | alzina       | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 5      | Piroclasts             | agrícola   | cereals      | Franca           | moderada               | 0 a 2   | si                     |
| 6      | Llims i sorres         | agrícola   | ray-grass    | Franca           | baixa                  | 0 a 2   | si                     |
| 7      | Llims i sorres         | agrícola   | ray-grass    | Franca           | moderada               | 0 a 2   | si                     |
| 8      | Piroclasts             | agrícola   | llaurat      | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 9      | Piroclasts             | agrícola   | llaurat      | Franca           | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 10     | Piroclasts             | agrícola   | ray-grass    | Franca           | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 11     | Piroclasts             | agrícola   | llaurat      | Franca           | molt alta              | 0 a 2   | si                     |
| 12     | Piroclasts             | agrícola   | ray-grass    | Franca           | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 13     | Llims i sorres         | agrícola   | cereals      | Argilosa         | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 14     | Llims i sorres         | agrícola   | ray-grass    | Argilosa         | moderada               | 3 a 6   | si                     |
| 15     | Lutites i graves       | agrícola   | cereals      | Argilosa         | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 16     | Lutites i graves       | agrícola   | llaurat      | Argilosa         | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 17     | Lutites i graves       | agrícola   | llaurat      | Argilosa         | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 18     | Piroclasts             | agrícola   | llaurat      | Argilosa-Arenosa | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 19     | Piroclasts             | agrícola   | cereals      | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 20     | Llims i sorres         | bosc       | alzina,roure | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |

## Dades de laboratori

En la taula 4 es presenten els resultats de les mesures fetes a laboratori dels sòls de la Unitats fisiogràfica 2.1.1. Els valors mitjos d'aquestes dades es poden observar en l'annex 1.

**Taula 4:** Principals característiques determinades a laboratori de la UF 2.1.1 amb litologia Llims i sorres.

| Punt | CE(dS/m) | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | % matèria orgànica | Densitat aparent (g/cm <sup>3</sup> ) | mg C/100g.dia | %mineralització | % Humitat |
|------|----------|-----------|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| 1    | 0,0429   | 5,80      | 0,084           | 0,85              | 1,47               | 1,307                                 | 2,189         | 0,6918          | 3,99      |
| 2    | 0,0527   | 6,84      | 0,126           | 1,11              | 1,91               | 1,170                                 | 2,068         | 0,5039          | 12,58     |
| 3    | 0,0534   | 7,26      | 0,154           | 0,94              | 1,62               | 1,132                                 | 1,554         | 0,4470          | 10,64     |
| 4    | 0,0730   | 6,45      | 0,350           | 1,67              | 2,88               | 0,594                                 | 4,819         | 0,7791          | 14,73     |
| 5    | 0,1069   | 8,04      | 0,084           | 0,27              | 0,46               | 1,509                                 | 1,896         | 1,9242          | 16,49     |
| 6    | 0,0903   | 7,65      | 0,154           | 1,33              | 2,30               | 1,100                                 | 1,999         | 0,4047          | 9,89      |
| 7    | 0,0881   | 7,74      | 0,224           | 1,72              | 2,96               | 1,311                                 | 1,846         | 0,2906          | 11,92     |
| 8    | 0,0677   | 6,95      | 0,154           | 1,01              | 1,74               | 1,125                                 | 2,933         | 0,7846          | 16,82     |
| 9    | 0,0675   | 6,90      | 0,196           | 1,40              | 2,42               | 0,985                                 | 3,349         | 0,6438          | 20,06     |
| 10   | 0,0319   | 6,66      | 0,140           | 0,85              | 1,47               | 0,952                                 | 1,617         | 0,5113          | 29,70     |
| 11   | 0,0780   | 7,95      | 0,182           | 1,11              | 1,91               | 1,154                                 | 1,525         | 0,3715          | 14,29     |
| 12   | 0,0349   | 6,82      | 0,154           | 0,97              | 1,67               | 1,168                                 | 0,942         | 0,2630          | 9,48      |
| 13   | 0,0454   | 6,67      | 0,224           | 1,73              | 2,98               | 0,978                                 | 1,575         | 0,2458          | 22,88     |
| 14   | 0,0859   | 7,79      | 0,210           | 1,49              | 2,57               | 1,049                                 | 2,097         | 0,3802          | 23,05     |
| 15   | 0,0223   | 5,80      | 0,112           | 0,54              | 0,94               | 1,362                                 | 1,454         | 0,7223          | 15,11     |
| 16   | 0,0430   | 7,13      | 0,168           | 1,15              | 1,98               | 1,099                                 | 2,002         | 0,4698          | 16,06     |
| 17   | 0,0564   | 7,26      | 0,196           | 1,50              | 2,59               | 1,118                                 | 1,770         | 0,3179          | 16,93     |
| 18   | 0,0635   | 7,35      | 0,140           | 0,98              | 1,69               | 1,180                                 | 2,050         | 0,5643          | 14,51     |
| 19   | 0,0404   | 6,37      | 0,238           | 1,53              | 2,64               | 1,170                                 | 1,693         | 0,2984          | 18,01     |
| 20   | 0,0598   | 4,97      | 0,252           | 2,70              | 4,66               | 0,647                                 | 3,738         | 0,3733          | 18,71     |

Es pot observar que el sòl d'aquests punts tenen una conductivitat elèctrica de 0,0609 dS/m de valor mig amb una desviació estàndard de 0,02356 i uns valors mínim i màxim de 0,01718 dS/m i 0,1069 dS/m respectivament. Es presenta un rang de valor de pH molt variable un mínim de 4,97 i un màxim de 8,04 amb una mitjana de 6,92. El rang en què varia la quantitat de Nitrogen va 0,084% fins a 0,35% i el rang de la quantitat de carboni oxidable de 0,27% a 2,7%. Els valors del rangs de matèria orgànica també varien molt de 0,46% mínim a 4,66% de màxim degut a què el sòl és d'ús forestal. Les densitats aparents han donat força baixes amb un promig de 1,10 g/cm<sup>3</sup> i una desviació estàndard de 0,21 g/cm<sup>3</sup>. La respiració ha presentat

un valor mínim de 0,942 mgC/100g.dia i 4,819 mgC/100g.dia. El percentatge de mineralització ha donat valors amb un promig de 0,549%. De percentatge d'humitat es presenten dos valors molt elevats de 29,7% i 23.05% en els punts 10 i 14 respectivament. S'ha de considerar que les mostres van ser recollides en un període de pluges i que l'humitat fa referència a la que presenten en el moment de la presa de mostres.

### 8.1.2 UNITAT FISIOGRÀFICA 2.4.3

La UF 2.4.3 segons la definició de la "Sociedad Española de la Ciencia del Suelo", són **"Terres ocupades principalment per l'agricultura, amb àrees significatives de vegetació natural"**. Aquesta és una unitat fisiogràfica que correspondria a una zona mixta, és a dir que hi ha zones de camps amb zones de massa arbòria amb poca pendent. S'ha classificat com la *zona fisiogràfica de Brunyola* que es troba entre Santa Coloma de Farners i Sant Dalmai (unitat 2 de la pàgina 25).

#### Perfils representatius de la zona

En la unitat fisiogràfica 2.4.3 s'ha realitzat la prospecció de set perfils, són els perfils 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9, la descripció es troba en les figures 15, 16, 17, 18, 19, 20 i 21 respectivament, donada l'extensió de la zona i la diversitat d'orígens geològics. La seva localització es pot veure en el Mapa 2 de l'annex 2.

El perfil 3 (figura 15) es troba sobre material geològic de Granodiorita i granit alcalí, es troba en una zona forestal de bosc típic mediterrani (fotografies 6 i 7). És un perfil poc profund sense presència de carbonats i amb una textura franca, al tacte. La presència de matèria orgànica es troba en els horitzons més superficials.

El perfil 4 (figura 16 i fotografia 8) es troba sobre material geològic de llims i sorres. El seu ús actual és forestal amb vegetació predominant d'alzina i pi. Es caracteritza per ser un sòl poc profund, sense presència d'elements grollers amb una textura franca, sense presència de carbonats. La matèria orgànica es troba en els horitzons més superficials.

El perfil 5 (figura 17 i fotografia 9) es troba sobre material geològic de llims i sorres arcòsiques. El seu ús actual és agrícola, es troba en un camp d'avellaners. Té una profunditat de sòl major que els sòls forestals d'aquesta zona. En l'horitzó més superficial s'hi ha detectat presència de graves. En tots els horitzons hi ha presència de carbonats.

El perfil 6 (figura 18 i fotografia 10) es troba sobre el mateix material geològic de llims i sorres arcòsiques, que és el mateix que el perfil 5. El seu ús actual és agrícola, concretament si cultiven avellaners. És un sòl de profunditat moderada i mostra uns límits difusos. La textura al tacte és franca. No mostra presència de carbonats en cap horitzó. L'horitzó més superficial és que conté el major percentatge de matèria orgànica.

El perfil 7 (figura 19) es troba sobre de llims i sorres arcòsiques. El seu ús actual és forestal on hi predominen espècies típicament mediterrànies com són el pi pinyoner i l'alzina (fotografia 11). El sòl es poc profund amb uns límits entre horitzons poc marcats. La textura al tacte és arenosa i no mostra presència de carbonats en cap horitzó. Cal destacar la poca presència de matèria orgànica en l'horitzó més superficial.

El perfil 8 (figura 20 i fotografies 12 i 13) es troba sobre terrassa fluvial degradada. Es tracta d'una zona d'ús agrícola amb poc pendent. És un sòl profund, amb uns límits entre horitzons nítids. Es troben elements grollers ens tots els horitzons. La textura al tacte és franca i fina. S'ha trobat presència de carbonats en els horitzons menys superficials.

El perfil 9 (figura 21 i fotografies 14 i 15) es troba sobre material geològic de dipòsits al.luvials-col.luvials. És una zona de bosc amb terrasses per tal d'afrontar el pendent. És un sòl poc profund que mostra de manera molt difusa el límit entre horitzons. Es troba presència de petites graves i la textura al tacte és arenosa. En cap horitzó hi ha presència de carbonats. L'horitzó més superficial és ric en matèria orgànica.

### PERFIL 3: Granodirita i granit alcalí (Ggd)

Terme municipal: St. Dalmai (Vilobí d'Onyar)

Coordenades UTM: X 477144 Y 4639927

Topònim: Bassa de Can Rovira

Geomorfologia: Bassa costat de pista forestal

Pendent: 0-2 %

Alçada: 140 m.

Ús del sòl: Bosc

Vegetació: Pi pinyoner, roure, alzina

Règim de temperatura: xèric



**Fotografia 6 i 7:** Vista general i perfil del sòl de Can Rovira. Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Límits | Estat d'humitat | Taques          | Elements grollers            | Textura | Estructura        | Presència de carbonats | Matèria orgànica   |
|-----------|-------------|--------|-----------------|-----------------|------------------------------|---------|-------------------|------------------------|--------------------|
| A0        | 0-20 cm     |        | Sec             | no              | Graves i pedres petites 10 % | Franca  | Grumosa           | no                     | si                 |
| B1        | 20-45 cm    |        | sec             | no              | Pedres 5%                    | Franca  | Blocs subangulars | no                     | presència d'arrels |
| B2        | 45-60 cm    |        | Sec             | vermelloses 10% | Pedres 5%                    | Fi      | Blocs subangulars | no                     | presència d'arrels |
| C/R       | 60+         |        | sec             | no              | no                           |         |                   | no                     |                    |

**Fig. 15:** Característiques del perfil 3

#### PERFIL 4 :Llims i sorres arcòsiques (Nplac)

Terme municipal: St. Dalmai (Vilobí d'onyar)

Coordenades UTM: X 477265 Y 4639276

Topònim: Can Guilla

Geomorfologia: Marge del bosc

Pendent: 0-2 %

Alçada: 139 m

Ús del sòl: Bosc

Vegetació: Alzina, pi

Règim de temperatura: xèric



Fotografia 8: Perfil del sòl de Cam guilla. Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Límits | Estat d'humitat | Taques         | Elements grollers | Textura | Estructura        | Presència de carbonats | Matèria orgànica |
|-----------|-------------|--------|-----------------|----------------|-------------------|---------|-------------------|------------------------|------------------|
| O         | -10-0 cm    |        | Sec             | no             | no                |         |                   | no                     | si               |
| A0        | 0-5 cm      |        | Sec             | no             | no                | Franca  | Grumosa           | no                     | si               |
| A1        | 5-35 cm     |        | sec             | moltes, negres | fins              | Franca  | Blocs subangulars | no                     | no               |
| B         | 35-55 cm    |        | Sec             | no             | fins i grans      | Franca  | Blocs subangulars | no                     | no               |
| C/R       | 55-75 cm    |        | Sec             | no             | no                |         |                   | no                     | no               |

Fig. 16: Característiques del perfil 4

## PERFIL 5 :Llms i sorres arcòsiques (Nplac)

Terme municipal: Vilobí d'Onyar

Coordenades UTM: X 476971 Y 4638291

Topònim: Can Bells

Geomorfologia: Marge entre camp d'avellaners

Pendent: 0-2 %

Alçada: 145 m

Ús del sòl: Agrícola

Vegetació: Avellaners

Règim de temperatura: xèric



**Fotografia 9:** Perfil del sòl de Can Bells. Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Límits             | Estat d'humitat | Taques         | Elements grollers | Textura | Estructura        | Presència de carbonats | Matèria orgànica |
|-----------|-------------|--------------------|-----------------|----------------|-------------------|---------|-------------------|------------------------|------------------|
| A0        | 0-10 cm     |                    | Sec             | no             | Graves            |         | Grumosa           | si                     | si               |
| A         | 10-20 cm    | nítid pero regular | sec             | no             |                   | Franca  | Blocs subangulars | si                     |                  |
| B         | 20-60 cm    | gradual pero pla   | Sec             | algunes negres |                   | Franca  | Blocs subangulars | si                     |                  |
| C         | 65-80       |                    | sec             | no             |                   |         |                   | si                     |                  |

**Fig. 17:** Característiques del perfil 5

## PERFIL 6 : Llims i sorres arcòsiques (Nplac)

Terme municipal: Vilobí d'Onyar  
 Coordenades UTM: X 475752 Y 4637389  
 Topònim: Can Fam-i-set

Geomorfologia: Marge entre camps d'avellaners  
 Pendent: 2-6 %  
 Alçada: 147 m

Ús del sòl: Agrícola  
 Vegetació: Avellaners  
 Règim de temperatura: xèric



Fotografia 10: Perfil del sòl de Can Fam-i-set Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Límits            | Estat d'humitat | Taques | Elements grollers       | Textura | Estructura        | Presència de carbonats | Matèria orgànica |
|-----------|-------------|-------------------|-----------------|--------|-------------------------|---------|-------------------|------------------------|------------------|
| A1        | 0-5 cm      | difús i pla       | Sec             | no     |                         | Franca  | Blocs subangulars | no                     | si               |
| A         | 5-20 cm     | irregular i nítid | sec             | no     |                         | Franca  | Blocs subangulars | no                     | no               |
| B         | 20-50 cm    | difús i pla       | Sec             | no     | Pedres                  | Fi      | Blocs subangulars | no                     | no               |
| C         | 50-70       |                   | sec             | no     | Graves i algunes pedres | Franca  | Blocs subangulars | no                     | no               |

Fig. 18: Característiques del perfil 6

### PERFIL 7 : Llims i sorres arcòsiques (Nplac)

Terme municipal: Brunyola

Coordenades UTM: X 474924 Y 4637180

Topònim: Can Rossinyol

Geomorfologia:

Pendent: 3- 6%

Alçada: 180 m

Ús del sòl: Bosc

Vegetació: Pi pinyoner, alzina

Règim de temperatura: xèric



Fotografia 11: Perfil del sòl de Can Rossinyol. Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Límits            | Estat d'humitat | Taques   | Elements grollers    | Textura | Estructura   | Presència de carbonats | Matèria orgànica |
|-----------|-------------|-------------------|-----------------|----------|----------------------|---------|--------------|------------------------|------------------|
| A         | 0-25 cm     | difús i irregular | Humit           | no       | Graves               | Arenosa | Grumosa      | no                     | si però poca     |
| B         | 25-60 cm    | difús i irregular | Humit           | blanques | Elevada, graves>2 cm | Arenosa | Blocs dèbils | no                     | no               |
| C         | 60 + cm     |                   | Humit           | blanques |                      |         |              | no                     | no               |

Fig. 19: Característiques del perfil 7

### PERFIL 8 : Terrassa fluvial degradada (Qtd)

Terme municipal: Sta. Coloma de Farners

Coordenades UTM: X 474845 Y 4636130

Topònim: Camps de Can Domer

Geomorfologia: camp de blat de moro

Pendent: 0-2%

Alçada: 141 m.

Ús del sòl: Agrícola

Vegetació: Blat de moro

Règim de temperatura: xèric



**Fotografia 12 i 13:** Vista general i perfil del sòl dels camps de Camps de Can Domer. Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Límits               | Estat d'humitat | Taques   | Elements grollers | Textura | Estructura        | Presència de carbonats | Matèria orgànica         |
|-----------|-------------|----------------------|-----------------|----------|-------------------|---------|-------------------|------------------------|--------------------------|
| A0        | 0-5 cm      | nítid                | Humit           | no       | Graves            |         | Blocs subangulars | no                     | si                       |
| A1        | 5-35 cm     | nítid però irregular | Humit           | marrons  | Graves            | Fina    | Blocs subangulars | si                     | si infiltrada amb arrels |
| B         | 35-50 cm    | nítid però irregular | Humit           | blanques | Graves            | Franca  | Blocs subangulars | si                     | si infiltrada amb arrels |
| B2        | 50-70       | nítid però irregular | Humit           | blanques | Graves            | Fina    |                   |                        |                          |
| B/C       | 70+         |                      |                 |          |                   |         |                   |                        |                          |

**Fig. 20:** Característiques del perfil 8

## PERFIL 9 : Dipòsits al.luvials-col.luvials (Qac)

Terme municipal: Sta. Coloma de Farners

Coordenades UTM: X 473346 Y 4634988

Topònim: Camps de Can Martorell

Geomorfologia: Terrassa de pi radiata

Pendent: 3-6%

Alçada: 130 m.

Ús del sòl: Bosc

Vegetació: *Pinus radiata*

Règim de temperatura: xèric



**Fotografia 14 i 15:** Vista general i perfil del sòl dels camps de Can Martorell. Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Límits            | Estat d'humitat | Taques | Elements grollers | Textura | Estructura | Presència de carbonats | Matèria orgànica |
|-----------|-------------|-------------------|-----------------|--------|-------------------|---------|------------|------------------------|------------------|
| O         | 0-5 cm      |                   | Humit           |        | Graves petites    | Arenosa | Grumosa    | no                     | si               |
| A         | 5-20 cm     | difús i irregular | sec             | no     | Graves petites    | Arenosa | Grumosa    | no                     | no               |
| B         | 20-90 cm    |                   |                 | no     |                   |         |            | no                     | no               |

**Fig.21:** Característiques del perfil 9

## Característiques observades a camp

Les característiques de la Unitat fisiogràfica de Brunyola ( U.F 2.4.3), es presenten dividides en diferents taules en funció de la seva litologia: materials al.luvials-col.luvials, granodorites i granits, Llims i sorres.

En el mapa 1 de l'annex 2 es poden observar els diferents punts de mostreig.

Així, en la taula 5 que correspon a materials d'al.luvials-col.luvials representat per 11 punts. Podem observar que predomina la textura arenosa amb un contingut de carbonats nul. No hi ha presència d'al·lòfanes en cap dels punts de mostreig. Com es pot veure en el pendent es tracta d'una unitat de relleu pla excepte en uns pocs punts. L'ús majoritari del sòl es bosc amb alguns camps d'avellaners molt típics de la zona.

**Taula 5:** Principals característiques de la zona UF 2.4.3 amb litologia al.luvials-col.luvials

| Mostra | Litologia              | Ús del sòl | Vegetació     | Textura al tacte | Presència de carbonats | Pendent | Presència d'al·lòfanes |
|--------|------------------------|------------|---------------|------------------|------------------------|---------|------------------------|
| 75     | Al.luvials-col.luvials | bosc       | plàtans       | Franca-Arenosa   | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 88     | Al.luvials-col.luvials | bosc       | eucaliptus    | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 89     | Al.luvials-col.luvials | agrícola   | avellaner     | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 96     | Al.luvials-col.luvials | agrícola   | terrasses     | Arenosa          | baixa                  | 3 a 6   | no                     |
| 97     | Al.luvials-col.luvials | bosc       | alzina, roure | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 98     | Al.luvials-col.luvials | bosc       | pi melic      | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 99     | Al.luvials-col.luvials | agrícola   | avellaner     | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 102    | Al.luvials-col.luvials | agrícola   | camp erm      | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 103    | Al.luvials-col.luvials | bosc       | pi pinastre   | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 104    | Al.luvials-col.luvials | agrícola   | avellaner     | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 110    | Al.luvials-col.luvials | agrícola   | avellaner     | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |

La taula 6 correspon a la litologia granodorites i granits. Aquesta taula zona està representada per 4 punts. És una zona amb poc pendent, amb presència nul·la de carbonats i al·lòfanes i s'ha volgut diferenciar pel material originari que presenta.

**Taula 6:** Principals característiques de la zona UF 2.4.3 amb litologia granodorites i granits.

| Mostra | Litologia              | Ús del sòl | Vegetació   | Textura al tacte | Presència de carbonats | Pendent | Presència d'al·lòfanes |
|--------|------------------------|------------|-------------|------------------|------------------------|---------|------------------------|
| 24     | Granodorites i granits | bosc       | pi pinastre | Argilosa         | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 25     | Granodorites i granits | bosc       | alzina, pi  | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 31     | Granodorites i granits | bosc       | pi, alzina  | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 32     | Granodorites i granits | agrícola   | noguera     | Argilosa-Arenosa | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |

Les taules 7, 8 i 9 corresponen al material litològic llims i sorres que corresponen a la zona est (taula 7), la zona centre (taula 8), la zona oest (taula 9) de la unitat fisiogràfica.

En la taula 7 (zona est) es pot observar que predomina la textura arenosa o franca amb un contingut de carbonats pràcticament nul. Hi ha presència d'al·lòfanes en dos dels punts de mostreig. Com es pot veure pel pendent, es tracta d'una unitat de relleu pla o amb un pendent moderat. L'ús del sòl predominat és el forestal.

**Taula 7:** Principals característiques, de la zona est, de la zona UF 2.4.3 amb litologia Llims i sorres.

| Mostra | Litologia      | Ús del sòl | Vegetació         | Textura al tacte | Presència de carbonats | Pendent | Presència d'al·lòfanes |
|--------|----------------|------------|-------------------|------------------|------------------------|---------|------------------------|
| 29     | Llims i sorres | bosc       | alzina, roure     | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 30     | Llims i sorres | agrícola   | ray-grass         | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 34     | Llims i sorres | bosc       | alzina, roure, pi | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 35     | Llims i sorres | bosc       | eucaliptus        | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 36     | Llims i sorres | bosc       | roure, pi         | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 42     | Llims i sorres | agrícola   | ray-grass         | Arenosa          | moderada               | 0 a 2   | si                     |
| 44     | Llims i sorres | bosc       | roure, pi         | Arenosa          | nul·la                 | 7 a 12  | no                     |
| 45     | Llims i sorres | agrícola   | avellaners        | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 46     | Llims i sorres | agrícola   | avellaners        | Argilosa-Arenosa | moderada               | 0 a 2   | si                     |
| 48     | Llims i sorres | agrícola   | avellaners        | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 49     | Llims i sorres | bosc       | roure, alzina     | Argilosa         | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 50     | Llims i sorres | bosc       | pi, roure         | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 51     | Llims i sorres | bosc       | plàtans           | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 52     | Llims i sorres | bosc       | suro, alzina, pi  | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 53     | Llims i sorres | agrícola   | llaurat           | Argilosa         | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 54     | Llims i sorres | bosc       | suro, roure, pi   | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |

En la taula 8 (zona centre) es pot observar que predomina la textura arenosa o franca-argilosa amb un contingut de carbonats nul, excepte en la mostra 67. Hi ha presència d'al·lòfanes en dos dels punts de mostreig. El pendent és moderat. Predomina l'ús del sòl forestal.

**Taula 8:** Principals característiques, de la zona centre, de la UF 2.4.3 amb litologia Llims i sorres

| Mostra | Litologia      | Ús del sòl | Vegetació       | Textura al tacte | Presència de carbonats | Pendent | Presència d'al·lòfanes |
|--------|----------------|------------|-----------------|------------------|------------------------|---------|------------------------|
| 55     | Llims i sorres | bosc       | suro, pi        | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 56     | Llims i sorres | agrícola   | avellaners      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 57     | Llims i sorres | bosc       | alzina, pi      | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 58     | Llims i sorres | bosc       | suro, roure, pi | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 59     | Llims i sorres | bosc       | suro, pi        | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 60     | Llims i sorres | agrícola   | avellaners      | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 61     | Llims i sorres | bosc       | suro, pi        | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 62     | Llims i sorres | agrícola   | ray-grass       | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 63     | Llims i sorres | bosc       | suro, pi        | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 64     | Llims i sorres | agrícola   | ray-grass       | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 65     | Llims i sorres | agrícola   | ray-grass       | Argilosa-Arenosa | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 66     | Llims i sorres | bosc       | suro            | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 67     | Llims i sorres | agrícola   | ray-grass       | Franca-Argilosa  | alta                   | 3 a 6   | si                     |
| 68     | Llims i sorres | bosc       | pi              | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 69     | Llims i sorres | bosc       | pi pinastre,    | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 3 a 6   | si                     |
| 70     | Llims i sorres | bosc       | pi pinastre,    | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 71     | Llims i sorres | bosc       | suro            | Franc            | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 72     | Llims i sorres | bosc       | suro            | Franc            | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 73     | Llims i sorres | agrícola   | avellaner       | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 74     | Llims i sorres | bosc       | pollancre,      | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 76     | Llims i sorres | bosc       | suro            | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 77     | Llims i sorres | agrícola   | avellaner       | Argilosa-Arenosa | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 80     | Llims i sorres | bosc       | pi, roure       | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 81     | Llims i sorres | agrícola   | avellaner       | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |

En la taula 9 (zona oest) es pot observar que predomina la textura arenosa o franca-argilosa amb un contingut de carbonats nul, excepte la mostra 105. Hi ha presència d'al·lòfanes en un dels punts de mostreig (105). El pendent és moderat. Predomina l'ús del sòl forestal.

**Taula 9:** Principals característiques, de la zona oest, de la UF 2.4.3 amb litologia Llims i sorres

| Mostra | Litologia      | Ús del sòl | Vegetació     | Textura al tacte | Presència de carbonats | Pendent | Presència d'al·lòfanes |
|--------|----------------|------------|---------------|------------------|------------------------|---------|------------------------|
| 82     | Llims i sorres | bosc       | pi pinastre   | Franca           | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 83     | Llims i sorres | agrícola   | avellaner     | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 84     | Llims i sorres | bosc       | pi pinyone    | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 85     | Llims i sorres | bosc       | suro          | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 87     | Llims i sorres | bosc       | alzina, roure | Franca           | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 90     | Llims i sorres | agrícola   | avellaner     | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 91     | Llims i sorres | bosc       | pi, roure     | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 92     | Llims i sorres | bosc       | pi pinyer     | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 93     | Llims i sorres | bosc       | pi, roure     | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 94     | Llims i sorres | bosc       | pi pinyer     | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 95     | Llims i sorres | agrícola   | avellaner     | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 100    | Llims i sorres | bosc       | pi insignis   | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 101    | Llims i sorres | bosc       | pi pinastre,  | Franca-Argilosa  | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 105    | Llims i sorres | agrícola   | ray-grass     | Franca-Argilosa  | alta                   | 3 a 6   | si                     |
| 106    | Llims i sorres | bosc       | pi pinastre,  | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 107    | Llims i sorres | bosc       | pi insignis   | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 108    | Llims i sorres | bosc       | pollancre     | Franca           | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 109    | Llims i sorres | bosc       | pi insignis   | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |

La taula és la 10 correspon a la litologia lutites i graves i consta de 17 punts de mostreig. Podem observar que predomina la textura arenosa amb alguns punts de mostreig amb contingut de carbonats. No hi ha presència d'al·lòfanes en cap dels punts de mostreig. Com es pot veure pel pendent, es tracta d'una unitat de relleu pla excepte d'un parell de punts que tenen un pendent moderat. En aquest cas l'ús majoritari del sòl es agrícola.

**Taula 10:** Principals característiques UF 2.4.3 amb litologia lutites i graves.

| Mostra | Litologia        | Ús del sòl  | Vegetació     | Textura al tacte | Presència de carbonats | Pendent | Presència d'al·lòfanes |
|--------|------------------|-------------|---------------|------------------|------------------------|---------|------------------------|
| 21     | Lutites i graves | agrícola    | avellaners    | Franca           | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 22     | Lutites i graves | agrícola    | nogueres      | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 23     | Lutites i graves | bosc        | alzina, pi    | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 26     | Lutites i graves | explotació  | pollancre     | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 27     | Lutites i graves | agrícola    | camp erm      | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 28     | Lutites i graves | agrícola    | ray-grass     | Argilosa         | molt alta              | 0 a 2   | si                     |
| 33     | Lutites i graves | agrícola    | ray-grass     | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 37     | Lutites i graves | agrícola    | ray-grass     | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 38     | Lutites i graves | bosc        | eucaliptus    | Argilosa-Arenosa | molt alta              | 0 a 2   | no                     |
| 39     | Lutites i graves | viver fores | alzina        | Argilosa-Arenosa | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 40     | Lutites i graves | agrícola    | camp erm      | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | si                     |
| 41     | Lutites i graves | bosc        | roure, alzina | Franca           | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 43     | Lutites i graves | agrícola    | ray-grass     | Argilosa-Arenosa | nul·la                 | 0 a 2   | si                     |
| 47     | Lutites i graves | agrícola    | ray-grass     | Franca           | alta                   | 3 a 6   | si                     |
| 78     | Lutites i graves | agrícola    | ray-grass     | Franca           | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 79     | Lutites i graves | explotació  | platans       | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 86     | Lutites i graves | agrícola    | llaurat       | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | si                     |

## Dades de laboratori

En les taules 11, 12, 13, 14, 15 i 16 es pot observar els resultats dels punts analitzats en la Unitat fisiogràfica 2.4.3.

Les mitjanes dels valors obtinguts es poden observar en l'annex 1.

La taula 11 que correspon a materials d'al.luvials-col.luvials representat per 11 punts. S'observa que el conjunt de mostres de sòl tenen una elevada respiració. També el percentatge de mineralització és per sobre la mitjana de tots els valors que s'han obtingut en aquest estudi. La resta de paràmetres són valors dintre de la mitjana.

**Taula 11:** Principals característiques de la UF 2.4.3 amb litologia al.luvials-col.luvials

| Punt | CE(dS/m) | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | % matèria orgànica | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | %mineralització | % Humitat |
|------|----------|-----------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| 75   | 0,0782   | 6,33      | 0,252           | 2,31              | 3,99               | 0,876                   | 5,276         | 0,6161          | 43,93     |
| 88   | 0,0216   | 5         | 0,112           | 0,96              | 1,65               | 1,169                   | 5,272         | 1,4881          | 7,17      |
| 89   | 0,0269   | 6,51      | 0,112           | 0,67              | 1,15               | 1,315                   | 2,845         | 1,1521          | 17,6      |
| 96   | 0,0276   | 6,29      | 0,126           | 1,57              | 2,7                | 1,057                   | 6,244         | 1,0771          | 22,37     |
| 97   | 0,0472   | 6,24      | 0,308           | 2                 | 3,45               | 0,823                   | 12,036        | 1,6249          | 11,65     |
| 98   | 0,0514   | 6,56      | 0,28            | 1,58              | 2,73               | 0,704                   | 13,119        | 2,2401          | 26,72     |
| 99   | 0,0181   | 6,52      | 0,07            | 0,38              | 0,65               | 1,317                   | 2,338         | 1,6756          | 8,37      |
| 102  | 0,0263   | 6,37      | 0,168           | 0,96              | 1,66               | 1,284                   | 7,883         | 2,2157          | 17,62     |
| 103  | 0,0536   | 6,31      | 0,238           | 1,74              | 3,01               | 0,84                    | 6,812         | 1,0547          | 15,36     |
| 104  | 0,032    | 5,97      | 0,098           | 0,58              | 0,99               | 1,222                   | 3,241         | 1,5181          | 13,3      |
| 108  | 0,0401   | 6,65      | 0,182           | 1,52              | 2,62               | 1,221                   | 7,93          | 1,4066          | 20,1      |
| 110  | 0,0242   | 5,39      | 0,098           | 0,52              | 0,89               | 1,273                   | 3,629         | 1,8943          | 14,04     |

La taula 12 correspon a la litologia granodorites i granits. En aquesta taula hi podem observar que consta de 4 punts. S'observa que el conjunt de les mostres de sòl tenen una mitjana de pH lleugerament àcid. La densitat aparent és elevada respecte als altres valors trobats en la zona amb un màxim de 1,53 g/cm<sup>3</sup>. El percentatge de mineralització és baix amb un mínim de 0,36%.

**Taula 12:** Principals característiques de la UF 2.4.3 amb litologia granodorites i granits

| Punt | CE(dS/m) | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | % matèria orgànica | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | %mineralització | % Humitat |
|------|----------|-----------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| 24   | 0,0246   | 5,92      | 0,084           | 0,91              | 1,57               | 1,424                   | 1,236         | 0,3668          | 13,32     |
| 25   | 0,0612   | 5,52      | 0,224           | 1,45              | 2,5                | 1,211                   | 2,543         | 0,4735          | 4,94      |
| 31   | 0,047    | 5,02      | 0,252           | 2,5               | 4,31               | 0,98                    | 3,366         | 0,3632          | 10,82     |
| 32   | 0,0244   | 6,59      | 0,112           | 0,64              | 1,1                | 1,531                   | 1,294         | 0,5459          | 6,56      |

Les taules és la 13, 14 i 15 correspon a la litologia de llims i sorres. Ha estat dividida en tres zones. La zona est (taula 13), la zona centre (taula 14), la zona oest (taula 15). En la taula 13 (zona est) es pot observar les dades de la zona est. La mitjana de percentatge carboni oxidable d'aquesta zona és baixa amb un mínim de 0,51% i una mitjana de 1,18%. La respiració del sòl també és molt baixa, amb un mínim de 0,8 mgC/ 100 g. dia i una mitjana de 1,86 mgC/100 g. dia.

**Taula 13:** Principals característiques, de la zona est, de la litologia UF 2.4.3 amb litologia Llims i sorres

| Punt | CE(dS/m) | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | % matèria orgànica | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | %mineralització | % Humitat |
|------|----------|-----------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| 29   | 0,0651   | 7,24      | 0,196           | 1,44              | 2,48               | 1,188                   | 2,408         | 0,4528          | 6,25      |
| 30   | 0,0278   | 6,82      | 0,112           | 0,74              | 1,27               | 1,41                    | 1,248         | 0,4558          | 7,04      |
| 34   | 0,0573   | 5,42      | 0,308           | 1,89              | 3,26               | 0,918                   | 2,151         | 0,3071          | 9,64      |
| 35   | 0,0259   | 5,1       | 0,154           | 1,08              | 1,86               | 1,347                   | 1,307         | 0,3266          | 6,08      |
| 36   | 0,0255   | 5,2       | 0,126           | 1,01              | 1,74               | 1,37                    | 1,285         | 0,3437          | 8,65      |
| 42   | 0,0273   | 8,17      | 0,098           | 0,32              | 0,56               | 1,417                   | 1,398         | 1,1656          | 15,83     |
| 44   | 0,0664   | 5,43      | 0,266           | 1,85              | 3,19               | 0,725                   | 1,518         | 0,2216          | 31,39     |
| 45   | 0,0368   | 6,78      | 0,154           | 1,2               | 2,07               | 1,13                    | 1,947         | 0,4375          | 19,57     |
| 46   | 0,0434   | 7,63      | 0,126           | 0,91              | 1,58               | 1,394                   | 0,947         | 0,2799          | 16,42     |
| 48   | 0,0344   | 6,19      | 0,168           | 1,23              | 2,12               | 1,321                   | 2,664         | 0,5847          | 22,11     |
| 49   | 0,0119   | 6,49      | 0,07            | 0,48              | 0,83               | 1,363                   | 0,807         | 0,452           | 19,24     |
| 50   | 0,0219   | 6,29      | 0,112           | 1,01              | 1,75               | 1,453                   | 1,666         | 0,4434          | 20,69     |
| 51   | 0,0599   | 6,74      | 0,112           | 1,29              | 2,22               | 1,212                   | 1,997         | 0,4186          | 17,47     |
| 52   | 0,057    | 4,83      | 0,196           | 1,79              | 3,09               | 0,955                   | 3,457         | 0,521           | 21,61     |
| 53   | 0,0425   | 6,69      | 0,07            | 0,51              | 0,88               | 1,426                   | 1,697         | 0,897           | 14,39     |
| 54   | 0,0715   | 5,96      | 0,21            | 2,17              | 3,73               | 0,78                    | 3,384         | 0,4219          | 32,11     |

En la taula 14 (zona centre) es pot observar que el percentatge de nitrogen total és elevat amb una mitjana de 0,218%. La zona mostra un percentatge de matèria orgànica elevat amb una mitjana de 2,6%.

**Taula 14** Principals característiques, de la zona centre, de la UF 2.4.3 amb litologia Llims i sorres

| Punt | CE(dS/m) | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | % matèria orgànica | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | %mineralització | % Humitat |
|------|----------|-----------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| 55   | 0,076    | 7,14      | 0,224           | 1,55              | 2,67               | 0,968                   | 2,499         | 0,4363          | 25,58     |
| 56   | 0,0577   | 5,71      | 0,196           | 1,23              | 2,12               | 1,295                   | 2,039         | 0,4476          | 21,5      |
| 57   | 0,099    | 5,23      | 0,35            | 2,11              | 3,63               | 0,678                   | 6,489         | 0,8311          | 28,82     |
| 58   | 0,0156   | 5,27      | 0,448           | 2,65              | 4,56               | 0,529                   | 4,157         | 0,4243          | 55,84     |
| 59   | 0,0955   | 6,22      | 0,406           | 2,81              | 4,85               | 0,715                   | 6,767         | 0,6496          | 37,71     |
| 60   | 0,0527   | 6,04      | 0,168           | 1,24              | 2,15               | 1,296                   | 2,037         | 0,442           | 21,82     |
| 61   | 0,1128   | 4,96      | 0,224           | 1,74              | 3                  | 0,893                   | 3,45          | 0,5349          | 28,57     |
| 62   | 0,0613   | 7,34      | 0,098           | 0,88              | 1,51               | 1,181                   | 2,609         | 0,8023          | 16,98     |
| 63   | 0,0602   | 5,67      | 0,28            | 2,88              | 4,97               | 0,682                   | 5,162         | 0,4835          | 51,17     |
| 64   | 0,076    | 7,98      | 0,098           | 0,41              | 0,71               | 1,324                   | 1,994         | 1,3137          | 13,43     |
| 65   | 0,0534   | 6,61      | 0,126           | 0,67              | 1,16               | 1,388                   | 1,743         | 0,6991          | 16,56     |
| 66   | 0,0556   | 5,24      | 0,154           | 1,35              | 2,32               | 0,956                   | 3,222         | 0,6462          | 24,56     |
| 67   | 0,0845   | 8,11      | 0,084           | 0,29              | 0,5                | 1,339                   | 1,807         | 1,667           | 17,14     |
| 68   | 0,0551   | 5,68      | 0,112           | 1,54              | 2,65               | 0,904                   | 2,677         | 0,4704          | 19,5      |
| 69   | 0,0514   | 5,7       | 0,07            | 0,5               | 0,86               | 1,349                   | 2,12          | 1,1505          | 25,66     |
| 70   | 0,1055   | 5,48      | 0,308           | 2,85              | 4,92               | 0,551                   | 5,993         | 0,5671          | 23,65     |
| 71   | 0,0562   | 5,25      | 0,182           | 2,02              | 3,48               | 0,957                   | 5,287         | 0,7068          | 25,69     |
| 72   | 0,0509   | 5,5       | 0,154           | 1,52              | 2,62               | 1,235                   | 1,959         | 0,3475          | 25,61     |
| 73   | 0,063    | 5,95      | 0,098           | 0,44              | 0,76               | 1,524                   | 2,166         | 1,3319          | 19,1      |
| 74   | 0,0952   | 6,31      | 0,476           | 1,83              | 3,16               | 0,623                   | 5,298         | 0,7806          | 53,3      |
| 76   | 0,1065   | 5,97      | 0,42            | 2,59              | 4,47               | 0,682                   | 4,837         | 0,5042          | 44,15     |
| 77   | 0,0571   | 7,13      | 0,098           | 0,57              | 0,98               | 1,525                   | 1,154         | 0,546           | 16,61     |
| 80   | 0,0818   | 5,01      | 0,322           | 2,03              | 3,51               | 0,507                   | 5,207         | 0,6912          | 42,5      |
| 81   | 0,0429   | 5,81      | 0,126           | 0,46              | 0,8                | 1,446                   | 1,826         | 1,0632          | 17,71     |

En la taula 15 (zona oest) es pot observar que com en cas anterior el percentatge de nitrogen i el percentatge de matèria orgànica són elevats. Les mitjanes respectives són de 0,221% de nitrogen total i 2,7% de matèria orgànica. La densitat aparent del sòls de la zona és molt baixa amb una mitjana de 0,954 g/cm<sup>3</sup>.

**Taula 15:** Principals característiques, de la zona oest, de la UF 2.4.3 amb litologia Llims i sorres

| Punt | CE(dS/m) | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | % matèria orgànica | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | %mineralització | % Humitat |
|------|----------|-----------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| 82   | 0,0678   | 5,34      | 0,35            | 2,1               | 3,62               | 0,502                   | 7,016         | 0,9027          | 64,72     |
| 83   | 0,0605   | 5,88      | 0,154           | 0,97              | 1,67               | 1,304                   | 2,532         | 0,7039          | 18,9      |
| 84   | 0,0387   | 4,71      | 0,168           | 2,46              | 4,25               | 0,657                   | 4,689         | 0,5138          | 37,81     |
| 85   | 0,0296   | 4,55      | 0,126           | 1,26              | 2,17               | 1,106                   | 2,785         | 0,5963          | 30,58     |
| 87   | 0,0396   | 4,86      | 0,154           | 1,54              | 2,65               | 0,972                   | 4,074         | 0,7161          | 21,97     |
| 90   | 0,0244   | 6,63      | 0,112           | 0,68              | 1,17               | 1,18                    | 5,779         | 2,2908          | 6,49      |
| 91   | 0,0292   | 5,59      | 0,238           | 2,45              | 4,22               | 0,829                   | 9,026         | 0,995           | 17,55     |
| 92   | 0,0253   | 5,33      | 0,224           | 2,01              | 3,47               | 0,825                   | 8,531         | 1,1434          | 16,7      |
| 93   | 0,0535   | 5,58      | 0,266           | 2,22              | 3,82               | 0,765                   | 12,934        | 1,575           | 18,81     |
| 94   | 0,0814   | 5,97      | 0,504           | 2,39              | 4,13               | 0,337                   | 30,039        | 3,3877          | 52,6      |
| 95   | 0,0324   | 6,49      | 0,126           | 0,75              | 1,3                | 1,328                   | 3,645         | 1,306           | 9,8       |
| 100  | 0,0274   | 6,45      | 0,154           | 0,81              | 1,4                | 1,333                   | 4,622         | 1,5376          | 13,27     |
| 101  | 0,0752   | 6,23      | 0,182           | 1,63              | 2,8                | 0,918                   | 11,748        | 1,9512          | 10,95     |
| 105  | 0,0832   | 8,32      | 0,084           | 0,44              | 0,76               | 1,163                   | 3,404         | 2,0733          | 10,44     |
| 106  | 0,0379   | 6,47      | 0,21            | 1,55              | 2,68               | 0,804                   | 9,578         | 1,6666          | 15,11     |
| 107  | 0,0351   | 5,74      | 0,308           | 2,33              | 4,03               | 0,948                   | 10,911        | 1,2616          | 17,57     |
| 109  | 0,062    | 5,39      | 0,308           | 2,16              | 3,72               | 0,84                    | 8,642         | 1,0814          | 19,58     |

La taula és la 16 correspon a la litologia lutites i graves i consta de 17 punts de mostreig. Es pot observar que el sòls de la zona mostren un elevat pH amb una mitjana de 6,7. S'observen els percentatges de matèria orgànica més baixos de la unitat fisiogràfica, amb un 1,7% de matèria orgànica de mitjana. La densitat aparent és elevada amb una mitjana de 1,28 g/cm<sup>3</sup>.

**Taula 16:** Principals característiques de la UF 2.4.3 amb litologia lutites i graves

| Punt | CE(dS/m) | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | % matèria orgànica | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | %mineralització | % Humitat |
|------|----------|-----------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| 21   | 0,0257   | 6,75      | 0,098           | 0,34              | 0,59               | 1,77                    | 0,373         | 0,295           | 4,17      |
| 22   | 0,0373   | 7,12      | 0,154           | 0,75              | 1,3                | 1,192                   | 1,476         | 0,5289          | 6,24      |
| 23   | 0,0451   | 5,9       | 0,294           | 2,2               | 3,8                | 0,958                   | 2,526         | 0,3095          | 2,72      |
| 26   | 0,0528   | 6,45      | 0,308           | 1,82              | 3,14               | 1,006                   | 1,968         | 0,2919          | 17,77     |
| 27   | 0,0433   | 6,84      | 0,196           | 1,44              | 2,48               | 1,137                   | 3,095         | 0,5819          | 5,53      |
| 28   | 0,0455   | 8,1       | 0,098           | 0,5               | 0,86               | 1,402                   | 1,883         | 1,0218          | 12,16     |
| 33   | 0,0183   | 6,53      | 0,098           | 0,53              | 0,91               | 1,282                   | 1,372         | 0,7044          | 8,37      |
| 37   | 0,0185   | 5,95      | 0,098           | 0,58              | 1                  | 1,558                   | 0,989         | 0,4578          | 7,02      |
| 38   | 0,0651   | 7,29      | 0,084           | 0,97              | 1,67               | 1,464                   | 1,352         | 0,3776          | 6,8       |
| 39   | 0,0175   | 6,74      | 0,084           | 0,43              | 0,74               | 1,704                   | 1,291         | 0,8173          | 10,05     |
| 40   | 0,0251   | 6,57      | 0,07            | 0,27              | 0,47               | 1,77                    | 0,994         | 0,9936          | 2,75      |
| 41   | 0,1321   | 6,69      | 0,406           | 2,81              | 4,85               | 0,763                   | 4,905         | 0,4708          | 46,1      |
| 43   | 0,0301   | 7,41      | 0,098           | 0,35              | 0,61               | 1,431                   | 1,23          | 0,9418          | 10,89     |
| 47   | 0,0343   | 6,95      | 0,154           | 1,07              | 1,85               | 1,469                   | 2,697         | 0,6792          | 25,54     |
| 78   | 0,0934   | 6,46      | 0,182           | 1,05              | 1,82               | 1,13                    | 3,699         | 0,948           | 25,13     |
| 79   | 0,077    | 5,78      | 0,21            | 1,35              | 2,32               | 0,83                    | 2,914         | 0,5844          | 32,63     |
| 86   | 0,0731   | 7,99      | 0,154           | 1,1               | 1,9                | 0,942                   | 5,838         | 1,4311          | 25,84     |

### 8.1.3 Unitat fisiogràfica 3.1.2

La UF 3.1.2 **“Bosc de coníferes”** correspondria a una zona únicament forestal. S’ha classificat com *zona fisiogràfica de Santa Coloma de Farners*, limita amb la riera de Santa Coloma al sud oest del poble (unitat fisiogràfica 3 de la pàgina 25).

#### Perfil representatiu de la unitat fisiogràfica 3.1.2

En la unitat fisiogràfica 3.1.2 s’ha realitzat la prospecció d’un perfil, és perfil 10, que les seves característiques més rellevants es troben especificades en la figura 22.

El perfil 10 (figura 22 i fotografia 16) es troba sobre material geològic de leucogranits de gra groller. L’ús actual és forestal, majoritàriament s’hi troba pi pinastre. El pendent és elevat fet que li crea limitacions. És un sòl poc profund. S’han determinat la presència de graves en tot el perfil, sense presència de carbonats.

# **PERFIL 10 : Leucogranits de gra groller (Glg)**

Terme municipal: Sta Coloma de Farners

Coordenades UTM: X 472353 Y 4633612

Topònim: Ca l'Agustí

Geomorfologia: Reforestació de pi pinastre

Pendent: 7-12 %

Alçada: 163 m

Ús del sòl: Bosc

Vegetació: Pi pinastre, alzina surera,

Règim de temperatura: xèric



**Fotografia 16:** Perfil del sòl de Ca l'Agustí. Autor: Miquel Serrat

Descripció dels horitzons del perfil:

| Horitzons | Profunditat | Límits             | Estat d'humitat | Taques | Elements grollers | Textura | Estructura | Presència de carbonats | Matèria orgànica   |
|-----------|-------------|--------------------|-----------------|--------|-------------------|---------|------------|------------------------|--------------------|
| A         | 0-20 cm     | nítid però regular | sec             | no     | Graves            | Arenosa | Particular | no                     | si però molt prima |
| C         | 20-60 cm    |                    | Sec             | no     | Graves            | Arenosa | Particular | no                     | no                 |

**Fig. 22:** Característiques del perfil 10

## Característiques observades a camp

En la taula 11 podem observar les característiques generals de la unitat fisiogràfica de Santa Coloma de Farners (UF 3.1.2) . Aquesta unitat ve definida per la seva litologia leucogranits. Predomina la textura arenosa o franca amb un contingut de carbonats nul. Es determina la presència d'al·lòfanes només en un punt de mostreig. Com es pot veure en el pendent es tracta d'una unitat amb pendent moderat. L'ús del sòl és únicament bosc de pi pinastre.

**Taula 10:** Principals característiques de la UF 3.1.2 amb litologia leucogranítica.

| Mostra | Litologia    | Ús del sòl | Vegetació | Textura al tacte | Presència de carbonats | Pendent | Presència d'al·lòfanes |
|--------|--------------|------------|-----------|------------------|------------------------|---------|------------------------|
| 111    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 112    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 113    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | si                     |
| 114    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 115    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 116    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 117    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 118    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 119    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 120    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 121    | Leucogranits | agrícola   | ray-grass | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 122    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 123    | Leucogranits | bosc       | platans   | Arenosa          | nul·la                 | 0 a 2   | no                     |
| 124    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 125    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 6 a 9   | no                     |
| 126    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 127    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 3 a 6   | no                     |
| 128    | Leucogranits | bosc       | suro      | Arenosa          | nul·la                 | 6 a 9   | no                     |

## Dades de laboratori

A la taula 17 es presenten els resultats de les determinacions que s'han fet al laboratori amb les mostres de Unitat fisiogràfica 3.1.2, on tots els punts corresponien a sòls forestals. En l'annex 1 es poden observar les mitjanes dels diferents paràmetres analitzats.

**Taula 17:** Principals característiques determinades a laboratori de la UF 3.1.2 amb litologia a leucogranítica

| Punt | CE(dS/m) | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | % matèria orgànica | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat |
|------|----------|-----------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|
| 111  | 0,0470   | 5,49      | 0,126           | 1,61              | 2,78               | 1,088                   | 4,447         | 0,7454              | 22,62     |
| 112  | 0,0176   | 5,71      | 0,098           | 0,50              | 0,87               | 1,320                   | 3,499         | 1,8803              | 14,93     |
| 113  | 0,0332   | 5,08      | 0,070           | 0,78              | 1,35               | 1,141                   | 5,013         | 1,7281              | 11,46     |
| 114  | 0,0336   | 5,35      | 0,140           | 0,81              | 1,40               | 1,170                   | 6,019         | 1,9995              | 12,79     |
| 115  | 0,0138   | 5,67      | 0,070           | 0,41              | 0,71               | 1,415                   | 2,798         | 1,8259              | 12,96     |
| 116  | 0,0628   | 6,21      | 0,098           | 1,23              | 2,11               | 0,986                   | 9,815         | 2,1606              | 15,81     |
| 117  | 0,0396   | 6,18      | 0,070           | 1,26              | 2,17               | 0,904                   | 11,190        | 2,4051              | 13,71     |
| 118  | 0,0274   | 5,32      | 0,140           | 0,34              | 0,59               | 1,419                   | 2,636         | 2,0939              | 8,44      |
| 119  | 0,0768   | 6,77      | 0,168           | 1,32              | 2,27               | 1,012                   | 6,522         | 1,3388              | 16,22     |
| 120  | 0,0138   | 5,98      | 0,112           | 1,03              | 1,78               | 1,205                   | 4,566         | 1,1918              | 16,20     |
| 121  | 0,0141   | 6,06      | 0,070           | 0,37              | 0,64               | 1,274                   | 2,764         | 2,0198              | 11,82     |
| 122  | 0,0248   | 5,75      | 0,098           | 1,09              | 1,89               | 1,070                   | 5,552         | 1,3707              | 19,48     |
| 123  | 0,0227   | 6,21      | 0,168           | 1,42              | 2,45               | 1,113                   | 4,547         | 0,8654              | 17,66     |
| 124  | 0,0241   | 6,36      | 0,140           | 1,26              | 2,17               | 1,116                   | 9,462         | 2,0337              | 16,44     |
| 125  | 0,0249   | 5,38      | 0,112           | 0,99              | 1,71               | 1,254                   | 4,914         | 1,3400              | 14,58     |
| 126  | 0,081    | 6,24      | 0,070           | 0,31              | 0,54               | 1,459                   | 1,961         | 1,7060              | 5,01      |
| 127  | 0,078    | 5,57      | 0,056           | 0,40              | 0,69               | 1,375                   | 2,400         | 1,6240              | 8,52      |
| 128  | 0,0172   | 5,78      | 0,084           | 0,92              | 1,58               | 1,013                   | 4,343         | 1,2797              | 10,97     |

Si s'observen els resultats de les mostres per a tots el sòls, d'aquesta unitat s'aprecia que els resultats de la conductivitat elèctrica ha dona valors entre els marges de 0,078 dS/m a 0,1321 dS/m, en tots els casos són sòls no salins.

Respecte el pH del sòl, s'observa que els sòls també tenen un rang de valors entre neutres (6,7) i mitjanament àcides (5,1).

El valor de percentatge de nitrogen varia de 0,056% fins un percentatge de 0,168% en el cas de la mostra 119. La mitjana de tots els valors de percentatge de nitrogen ha estat de 0,174% amb una desviació estàndard de 0,094%.

Pel que fa als percentatges de carboni oxidable i matèria orgànica es troben dintre dels intervals de 0,31% a 1,61% i 0,54% a 2,78 respectivament.

La densitat aparent de totes les Unitats fisiogràfiques són molt variats, des d'un valor mínim de 0,9g/cm<sup>3</sup> a un valor màxim de 1,45 g/cm<sup>3</sup>. La mitjana és de 1,18 g/cm<sup>3</sup>. La respirometria al laboratori ha donat valors entre 1,96 mg/C/100g. sòl dia i 11,19 mgC/100 g. sòl.dia de la mostra 117.

S'ha d'indicar que els sòls amb el percentatge de mineralització baixos tindran més capacitat d'absorció de CO<sub>2</sub> mentre que els sòls amb percentatges de mineralització alts tindran una baixa capacitat d'absorció. Si es calcula el valor promig del percentatge de mineralització per tots els sòls s'obté que és 1,64%.

## 8.2 Avaluació per capacitat agrològica

Recopilant la mitjana dels diferents paràmetres de les tres Unitats fisiogràfiques (annex 1) s'ha procedit a l'avaluació dels sòls per a determinar les diferents capacitats agrològiques de cada una d'elles, amb les respectives variables i limitacions.

En la taula 12 es pot observar la recopilació de les dades en funció de les Unitats fisiogràfiques i els resultats de l'avaluació amb el sistema Microleis

**Taula 18:** Resultat de les diferents classes de capacitat agrològica (elaboració pròpia).

| Capacitat agrològica               | Unitat fisiogràfica<br>2.1.1 | Unitat fisiogràfica 2.4.3 |                        | Unitat fisiogràfica<br>3.1.2 |
|------------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|
|                                    |                              | Agrícola                  | Bosc                   |                              |
| Pendent (%)                        | Nul·la a suau < 7            | Nul·la a suau < 7         | Nul·la a suau < 7      | Moderada (7-15)              |
| Profunditat útil                   | Moderada (50-75)             | Moderada (50-75)          | Moderada (25-50)       | Moderada (25-50)             |
| Textura                            | Equilibrada                  | Equilibrada               | Equilibrada            | Lleugera                     |
| Pedregositat(%)                    | Lleugera < 15                | Lleugera < 15             | Lleugera < 15          | Lleugera a moderada (15-40)  |
| Drenatge                           | bo                           | bo                        | bo                     | bo                           |
| Salinitat                          | Nul·la a lleugera (<4)       | Nul·la a lleugera (<4)    | Nul·la a lleugera (<4) | Nul·la a lleugera (<4)       |
| Erosió (%)                         | Lleugera < 15                | Lleugera < 15             | Lleugera < 15          | Lleugera < 15                |
| Densitat de vegetació              | Alta > 30                    | Alta > 30                 | Alta > 30              | Alta > 30                    |
| Erosivitat                         | Lleugera                     | Lleugera                  | Lleugera               | Lleugera                     |
| Falta d'aigua                      | baixa (classe h1)            | baixa (classe h1)         | baixa (classe h1)      | baixa (classe h1)            |
| Risc de gelades                    | moderat (classe f1)          | moderat (classe f1)       | moderat (classe f1)    | moderat (classe f1)          |
| <b>Resultat d'avaluació classe</b> | <b>s2lb</b>                  | <b>s2lb</b>               | <b>s3l</b>             | <b>s3tl</b>                  |

La **Unitat fisiogràfica de Sant Dalmai (U.F. 2.1.1)** pertany a una classe de capacitat d'ús **S2l** el que significa que el sòl té una capacitat d'ús agrícola bona (S2) i que presenta un factor limitant degut a la profunditat del sòl és menor de 75 cm (l).

En la **Unitat fisiogràfica de Brunyola (U.F. 2.4.3)** al ser un sòl mixta s'han diferenciat dos tipus de sòls en funció de l'ús del sòl.

El Sòl d'ús Forestal presenta una classe de capacitat agrològica de classe **S3l**. On **S3** indica una capacitat d'ús del sòl moderada per un ús forestal amb limitacions pel que fa el seu ús agrícola. La **l** ens indica que la limitació del sòl ve donat bàsicament per la poca profunditat d'aquest.

El Sòl d'ús Agrícola ha donat una classe de capacitat agrològica **S2l**. On **S2** és una capacitat d'ús bona per ús agrícola i la **l** ens indica una limitació del sòl per la seva profunditat que és inferior a 70 cm.

Que hi hagi una diferència de pedregositat no fa variar el resultat de la capacitat agrològica del sòl. Però el fet que el sòl estigui llaurat si que fa variar el tipus de capacitat agrològica. Pel fet de ser llaurat el sòl passa a ser **S3r**. L'**S3** ens indica una capacitat d'ús moderada amb una limitació per risc d'erosió (**r**) degut a què el sòl està desprotegit de massa vegetal i fa que estigui molt més exposat als problemes d'erosió del sòl.

En la **Unitat fisiogràfica de Santa Coloma de Farners (U.F. 3.1.2)** ha donat un resultat d'avaluació de classe **S3tl**

L'**S3** indica una classe d'ús moderada per ús agrícola. Aquest sòl té un factor de limitació important degut al pendent(**t**) i limitació del sòl (**l**) per la seva profunditat

### 8.3 Tractament estadístic de les dades

Un cop obtinguts els resultats de les anàlisis de camp i de laboratori, s'ha procedit a fer el tractament estadístic de les dades amb el programari SPSS versió 15.0.

Tot i haver plantejat el treball en diferents unitats d'avaluació de sòl (Unitats fisiogràfiques), cosa que ha estat molt útil per sistematitzar el treball de camp, el tractament estadístic en un primer moment s'ha realitzat globalment amb totes les dades i posteriorment diferenciades per usos.

Primerament s'ha realitzat una matriu de correlació amb totes les dades. També s'han generat dues matrius agrupant les dades en dues classes d'usos del sòl, forestal i agrícola degut a què són els dos usos de sòl predominants en la zona d'estudi.

Posteriorment s'ha realitzat un anàlisi factorial, que permet establir quina de les variables o quin grup d'elles (factor) és responsable de la varianza i quin pes té la varianza global.

Els paràmetres que s'han escollit per tractar són els següents:

- Conductivitat elèctrica (CE dS/m)
- pH
- %Nitrogen
- % Carboni oxidable (%Coxid)
- Densitat aparent (Dap g/cm<sup>3</sup>)
- Respirometria del sòl (Resp. Sòl mgCO<sub>2</sub>/g.dia)
- % de mineralització (% mineral)
- % Humitat

En la matriu de correlacions (taula 19) hi estant representades les correlacions obtingudes.

Amb doble asterisc es mostren aquelles correlacions amb un nivell de significança del 99% (p<0,01), amb un asterisc aquelles correlacions que presenten una significança del 95% (p<0,05).

Taula 19: Matriu de correlació de tots els sòls.

|            | CE | pH       | % Nitrogen | % C oxid   | Dap        | Resp. Sòl  | % Mineral  | % Humitat  |
|------------|----|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| CE         | 1  | 0,214(*) | 0,527(**)  | 0,464(**)  | -0,470(**) | 0,149      | -0,173     | 0,443(**)  |
|            |    | 0,015    | 0          | 0          | 0          | 0,093      | 0,050      | 0          |
| pH         |    | 1        | -0,223(*)  | -0,380(**) | 0,343(**)  | -0,221(*)  | -0,009     | -0,238(**) |
|            |    |          | 0,011      | 0,000      | 0          | 0,012      | 0,917      | 0,007      |
| % Nitrogen |    |          | 1          | 0,835(**)  | -0,791(**) | 0,479(**)  | -0,156     | 0,651(**)  |
|            |    |          |            | 0          | 0          | 0          | 0,079      | 0          |
| % C oxid   |    |          |            | 1          | -0,844(**) | 0,457(**)  | -0,267(**) | 0,596(**)  |
|            |    |          |            |            | 0          | 0          | 0,002      | 0          |
| Dap        |    |          |            |            | 1          | -0,584(**) | -0,010     | -0,661(**) |
|            |    |          |            |            |            | 0          | 0,907      | 0          |
| Resp. Sòl  |    |          |            |            |            | 1          | 0,625(**)  | 0,336(**)  |
|            |    |          |            |            |            |            | 0          | 0          |
| % Mineral. |    |          |            |            |            |            | 1          | -0,088     |
|            |    |          |            |            |            |            |            | 0,324      |
| % Humitat  |    |          |            |            |            |            |            | 1          |

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral)

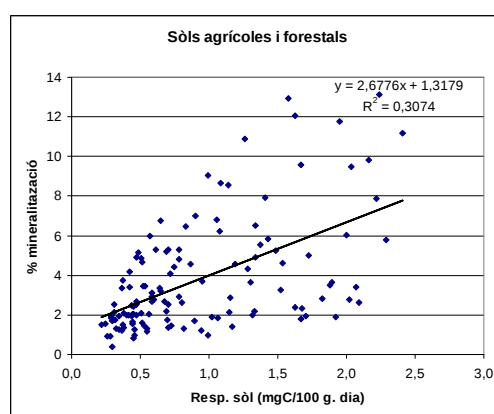
\* La correlació és significativa al nivell 0,05 (bilateral)

Al tractar conjuntament totes les dades cal destacar que el percentatge de mineralització està directament correlacionat amb l'activitat respiratòria del

sòl i amb el carboni oxidable. Aquest paràmetre determina la capacitat de segrest del carboni del sòl.

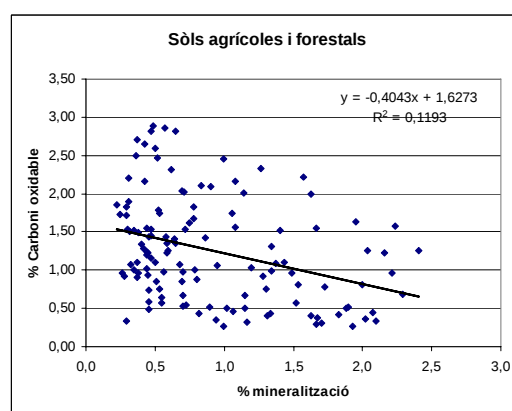
Aquest comportament es pot observar en els gràfics 1 i 2 respectivament.

En el gràfic 1 es pot veure la respiració del sòl respecte el percentatge de mineralització. Es pot observar que a valors baixos de respiració li correspon valors baixos de mineralització mentre que quan augmenta la respiració del sòl els resultats de percentatge de mineralització augmenten d'una manera més dispersa.



Gràfica 1: Diagrama de punts entre respiració del sòl i el percentatge de mineralització.

En el gràfic 2 es veu representat el percentatge de mineralització respecte el carboni oxidable. Es pot observar que tot i que presenta una correlació inversa entre els dos paràmetres, a un mateix percentatge de mineralització s'obtenen valors de percentatge de carboni oxidable dispersos.



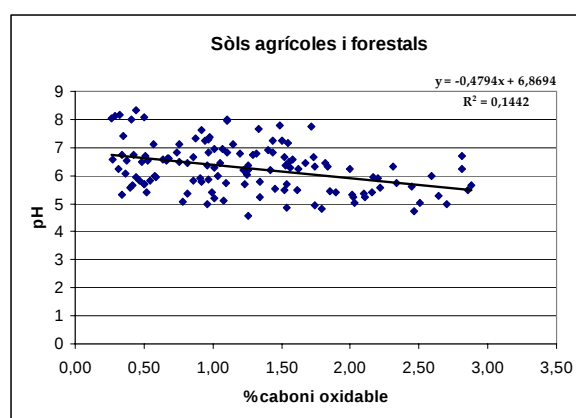
Gràfica 2: Diagrama de punts entre el percentatge de mineralització i el percentatge de carboni oxidable.

Es pot observa en la taula 19 que la respiració del sòl esta directament i altament correlacionada amb el carboni orgànic, el percentatge de nitrogen i de manera inversa amb la densitat aparent.

La densitat aparent està correlacionada directament amb el pH i inversament amb el percentatge de nitrogen i el carboni oxidable.

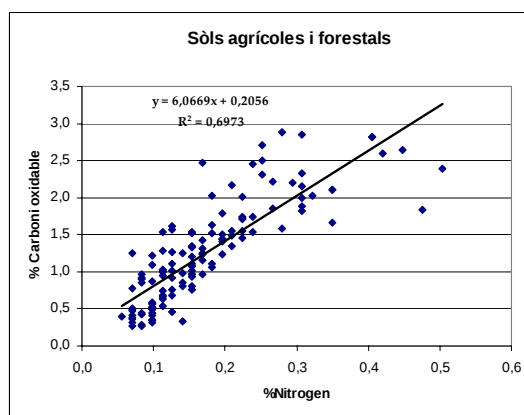
El carboni oxidable i el pH presenten una correlació inversa, tal com es pot observar en el gràfic 3.

Tal com s'observa en la taula 13 el percentatge de carboni oxidable i el pH mostren una correlació inversa. En la gràfica 3 es pot observar que per uns mateixos valors de percentatge de carboni oxidable es poden trobar diferents valors de pH.



Gràfica 3: Diagrama de punts entre el percentatge de carboni oxidable i el pH.

En la gràfica 4 es pot observar que el percentatge de nitrogen i el percentatge de carboni oxidable presenten una correlació directa molt clara. Quan augmenta el contingut de matèria orgànica del sòl augmenta el percentatge de nitrogen d'aquest. El carboni oxidable té una correlació directa i en un nombre elevat de punts amb el percentatge de nitrogen tal com es pot observar en el mapa 3 de l'annex 2.



Gràfica 4: Diagrama de punts entre el percentatge de nitrogen i el percentatge de carboni oxidable.

Tot i que la conductivitat elèctrica està correlacionada amb totes les variables numèriques són sòls no afectats per sals.

El percentatge d'humitat també presenta una correlació directa o inversa amb la majoria de paràmetres però cal dir que té una importància relativa pels objectius del treball ja que és una variable depenent del moment de mostreig.

S'ha realitzat l'anàlisi factorial dels diferents paràmetres determinats i s'han considerat tres factors, que representen el 84,48% de la variança.

En la taula 20 es presenten els autovalors de cada factor. El primer factor per ell sol explica el 49,47% dels casos. El segon factor explica el 20,48% dels casos i el tercer factor explica el 14,52% dels casos.

**Taula 20:** Autovalors de l'anàlisi factorial

| Component | Autovalors inicials |                   |            | Sumes de les saturacions al quadrat de l'extracció |                  |            |
|-----------|---------------------|-------------------|------------|----------------------------------------------------|------------------|------------|
|           | Total               | % de la variancia | % acumulat | Total                                              | % de la variança | % acumulat |
| <b>1</b>  | 3,958               | 49,471            | 49,471     | 3,958                                              | 49,471           | 49,471     |
| <b>2</b>  | 1,639               | 20,488            | 69,96      | 1,639                                              | 20,488           | 69,96      |
| <b>3</b>  | 1,162               | 14,524            | 84,484     | 1,162                                              | 14,524           | 84,484     |

El pes de les diferents variables en cada un dels factors es presenta en la taula 21. Si analitzem les variables es veu que el primer factor engloba el percentatge de Nitrogen, el percentatge Carboni oxidable i el percentatge d'humitat i la densitat aparent. El factor 2 es veu determinat per la respirometria i el coeficient de mineralització. I per últim el factor 3 que representa el pH que presenten els sòls.

**Taula 21:** Pesos de les variables en els factors

| VARIABLES             | Factors       |              |              |
|-----------------------|---------------|--------------|--------------|
|                       | 1             | 2            | 3            |
| <b>CE</b>             | 0,577         | -0,392       | 0,562        |
| <b>pH</b>             | -0,359        | -0,266       | <b>0,826</b> |
| <b>% Nitrogen</b>     | <b>0,908</b>  | -0,120       | 0,041        |
| <b>% C oxid</b>       | <b>0,913</b>  | -0,148       | -0,166       |
| <b>Dap</b>            | <b>-0,930</b> | -0,076       | 0,023        |
| <b>Respiració sòl</b> | 0,604         | <b>0,719</b> | 0,191        |
| <b>% mineralitz</b>   | -0,055        | <b>0,919</b> | 0,312        |
| <b>% Humitat</b>      | <b>0,777</b>  | -0,103       | 0,013        |

### 8.3.1 Tractament estadístic de les dades dels sòls forestals

Donat que els diferents punts presentaven majoritàriament ús forestal i agrícola s'ha considerat convenient determinar les correlacions entre els diferents paràmetres, agrupant els sòls segons l'ús que presenten. La matriu de correlació pels sòls forestals es troba en la taula 22.

**Taula 22:** Matriu de correlacions dels sòls forestals

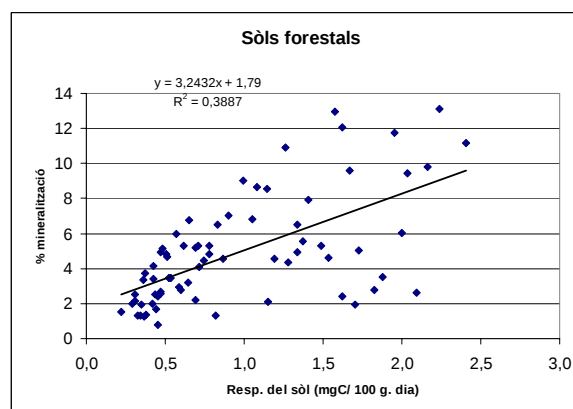
|            | CE | pH    | % Nitrogen | % C oxid  | Dap        | Resp. Sòl  | % Mineral  | % Humitat  |
|------------|----|-------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| CE         | 1  | 0,133 | 0,640(**)  | 0,615(**) | -0,612(**) | 0,182      | -0,247(*)  | 0,506(**)  |
|            |    | 0,264 | 0          | 0         | 0          | 0,123      | 0,035      | 0          |
| pH         |    | 1     | 0,008      | -0,145    | 0,181      | 0,087      | 0,116      | -0,110     |
|            |    |       | 0,947      | 0,221     | 0,125      | 0,462      | 0,330      | 0,354      |
| % Nitrogen |    |       | 1          | 0,803(**) | -0,802     | 0,419(**)  | -0,131     | 0,641(**)  |
|            |    |       |            | 0         | 0          | 0          | 0,271      | 0          |
| % C oxid   |    |       |            | 1         | -0,833(**) | 0,345(**)  | -0,309(**) | 0,578(**)  |
|            |    |       |            |           | 0          | 0,003      | 0,008      | 0          |
| Dap        |    |       |            |           | 1          | -0,515(**) | 0,019      | -0,673(**) |
|            |    |       |            |           |            | 0          | 0,872      | 0          |
| Resp. Sòl  |    |       |            |           |            | 1          | 0,706(**)  | 0,255(*)   |
|            |    |       |            |           |            |            | 0          | 0,030      |
| % Mineral  |    |       |            |           |            |            | 1          | -0,135     |
|            |    |       |            |           |            |            |            | 0,254      |
| % Humitat  |    |       |            |           |            |            |            | 1          |

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral)

\* La correlació és significativa al nivell 0,05 (bilateral)

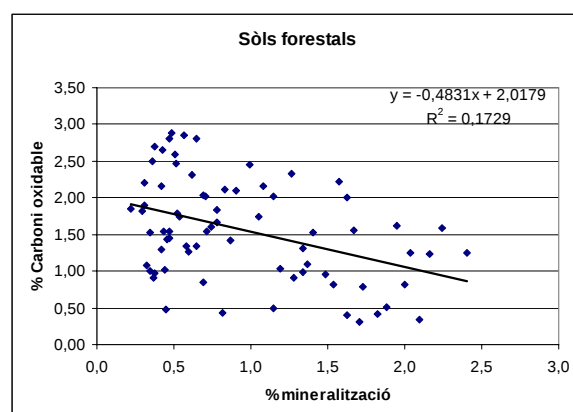
En la taula 22 es pot observar que, hi ha la correlació entre els mateixos paràmetres que tractant tots els sòls conjuntament (taula 19) excepte en la correlació del percentatge de nitrogen i el pH que en aquest cas no presenta una correlació.

En el gràfic 5 es pot veure la respiració del sòl respecte el percentatge de mineralització. Es pot observar que a valors baixos de respiració li corresponen valors baixos de mineralització mentre que quan augmenta la respiració del sòl els resultats de percentatge de mineralització augmenten d'una manera més dispersa, tal i com succeïa al relacionar totes les dades conjuntes.



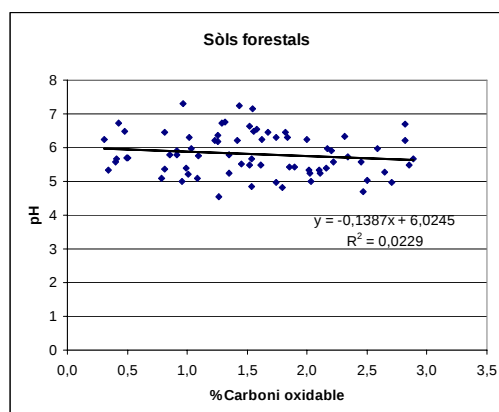
**Gràfica 5:** Diagrama de punts entre respiració del sòl i el percentatge de mineralització en sòls d'ús forestal.

En el gràfic 6 presenta el percentatge de mineralització respecte el carboni oxidable. Es pot observar que existeix una correlació inversa entre els dos paràmetres, a un mateix percentatge de carboni li corresponen valors de percentatge de mineralització molt diversos.



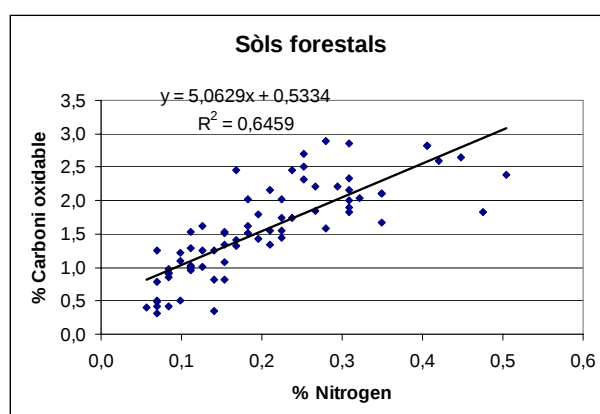
**Gràfica 6:** Diagrama de punts entre el percentatge de mineralització i el percentatge de carboni oxidable en sòls d'ús forestal.

Tal com s'observa en la taula 23 el percentatge de carboni oxidable i el pH, a diferència del que passa en la correlació feta amb les dades de tots els sòls, no mostren correlació. En la gràfica 7 es pot observar que per uns mateixos valors de percentatge de carboni oxidable es poden trobar diferents valors de pH.



**Gràfica 7:** Diagrama de punts entre el percentatge de carboni oxidable i el pH en sòls d'ús forestal.

En la gràfica 8 es pot observar que el percentatge de nitrogen i el percentatge de carboni oxidable presenten una correlació directa molt clara. Quan augmenta el contingut de matèria orgànica del sòl augmenta el percentatge de nitrogen d'aquest (Mapa 3 de l'annex 2).



**Gràfica 8:** Diagrama de punts entre el percentatge de nitrogen i el percentatge de carboni oxidable en sòls d'ús forestal.

L'anàlisi factorial de les variables estudiades en els sòls forestals ha mostrat (taula 23) que el primer factor pot explicar el 49,088% dels casos, si s'addiciona la informació del segon factor s'explica un 71,035% dels casos i amb el tercer s'explica el 84,52% de tots els casos.

**Taula 23:** Autovalors de l'anàlisi factorial en els sòls forestals

| Component | Autovalors inicials |                  |            | Sumes de las saturacions al quadrat de l'extracció |                  |            |
|-----------|---------------------|------------------|------------|----------------------------------------------------|------------------|------------|
|           | Total               | % de la variança | % acumulat | Total                                              | % de la variança | % acumulat |
| <b>1</b>  | 3,927               | 49,088           | 49,088     | 3,927                                              | 49,088           | 49,088     |
| <b>2</b>  | 1,756               | 21,947           | 71,035     | 1,756                                              | 21,947           | 71,035     |
| <b>3</b>  | 1,079               | 13,485           | 84,52      | 1,079                                              | 13,485           | 84,52      |

Si s'estudia el pes de cada variable en els factors, s'obtenen els resultats que ens indica la taula 24. El primer factor conté la conductivitat elèctrica, el percentatge de nitrogen, el percentatge carboni oxidable i la densitat aparent. El factor 2 conté la respirometria i el percentatge de mineralització. El factor 3 conté el pH.

En la taula 24 veiem els pesos de les variables els diferents factors.

**Taula 24:** Autovalors de l'anàlisi factorial de les variable en sòls forestals

| VARIABLES            | Factors |        |        |
|----------------------|---------|--------|--------|
|                      | 1       | 2      | 3      |
| <b>CE</b>            | 0,753   | -0,182 | 0,360  |
| <b>pH</b>            | -0,085  | 0,233  | 0,946  |
| <b>% Nitrogen</b>    | 0,911   | 0,002  | 0,088  |
| <b>% C oxid</b>      | 0,900   | -0,162 | -0,060 |
| <b>Dap</b>           | -0,932  | -0,092 | 0,152  |
| <b>Respirometria</b> | 0,481   | 0,840  | -0,068 |
| <b>% mineralitz</b>  | -0,128  | 0,959  | -0,104 |
| <b>% Humitat</b>     | 0,773   | -0,085 | -0,072 |

### 8.3.2 Tractament estadístic de les dades dels sòls agrícoles

La taula 25 mostra la matriu de correlacions que s'ha obtingut amb les dades dels sòls agrícoles.

**Taula 25:** Matriu de correlacions dels sòls agrícoles

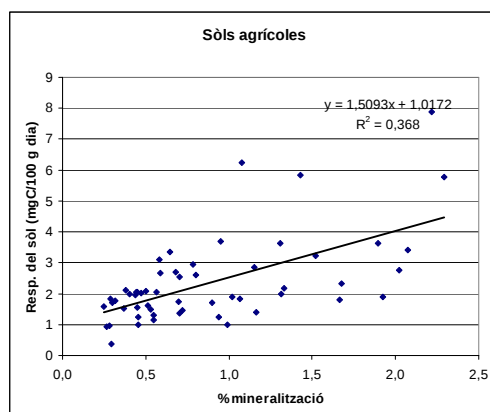
| Sòls agrícoles | CE | pH        | % Nitrogen | % C oxid  | Dap        | Resp. Sòl  | % Mineral  | % Humitat  |
|----------------|----|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| CE             | 1  | 0,561(**) | 0,308(*)   | 0,263     | -0,277(*)  | -0,001     | -0,053     | 0,315(*)   |
|                |    | 0         | 0,022      | 0,052     | 0,041      | 0,997      | 0,700      | 0,019      |
| pH             |    | 1         | -0,002     | -0,005    | -0,147     | -0,129     | -0,013     | -0,052     |
|                |    |           | 0,987      | 0,969     | 0,283      | 0,346      | 0,925      | 0,707      |
| % Nitrogen     |    |           | 1          | 0,901(**) | -0,567(**) | 0,104      | -0,539(**) | 0,410(**)  |
|                |    |           |            | 0         | 0          | 0,448      | 0,000      | 0,002      |
| % C oxid       |    |           |            | 1         | -0,652(**) | 0,208      | -0,539(**) | 0,417(**)  |
|                |    |           |            |           | 0          | 0,128      | 0          | 0,002      |
| Dap            |    |           |            |           | 1          | -0,397(**) | 0,089      | -0,437(**) |
|                |    |           |            |           |            | 0,003      | 0,518      | 0,001      |
| Resp. Sòl      |    |           |            |           |            | 1          | 0,607(**)  | 0,269(*)   |
|                |    |           |            |           |            |            | 0          | 0,047      |
| % Mineral      |    |           |            |           |            |            | 1          | -0,081     |
|                |    |           |            |           |            |            |            | 0,555      |
| % Humitat      |    |           |            |           |            |            |            | 1          |

\*\* La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral)

\* La correlació és significativa al nivell 0,05 (bilateral)

En la taula 25 es pot observar que, hi ha la correlació entre els mateixos paràmetres que presentaven la matriu de correlació dels resultats de tots els sòls, amb l'excepció, tal i com s'ha observat en el cas dels sòls forestals de la correlació entre percentatge de nitrogen i pH.

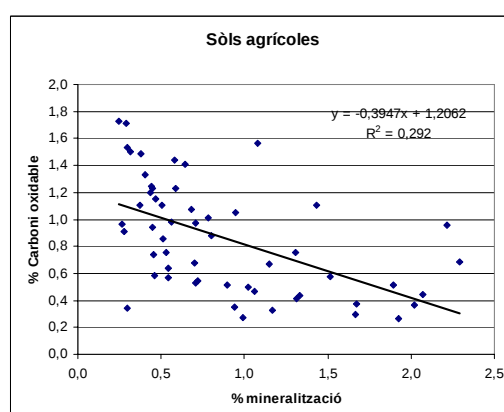
En la gràfica 9 es pot veure la respiració del sòl respecte el percentatge de mineralització. Es pot observar que a valors baixos de respiració li corresponen valors baixos de mineralització mentre que quan augmenta la respiració del sòl els resultats de percentatge de mineralització augmenten d'una manera més dispersa



**Gràfica 9:** Diagrama de punts entre respiració del sòl i el percentatge de mineralització en sòls d'ús agrícola.

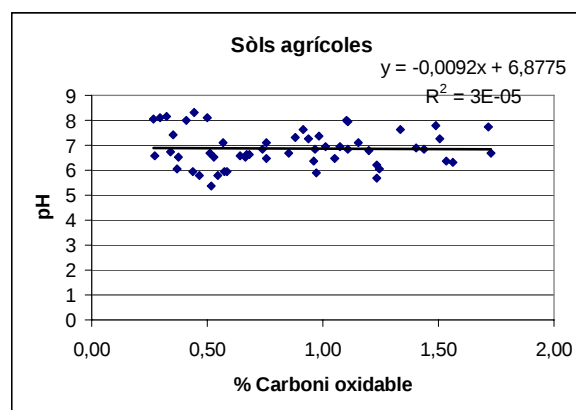
En la gràfica 10 es pot veure el percentatge de mineralització respecte el carboni oxidable. Es pot observar que tot i que existeix una correlació inversa entre els dos paràmetres, tal com era d'esperar ja que el carboni oxidable és el denominador de l'equació per obtenir el percentatge de mineralització.

En la gràfica 10 s'observa que per un mateix percentatge de mineralització s'obtenen valors de percentatge de carboni oxidable dispersos.



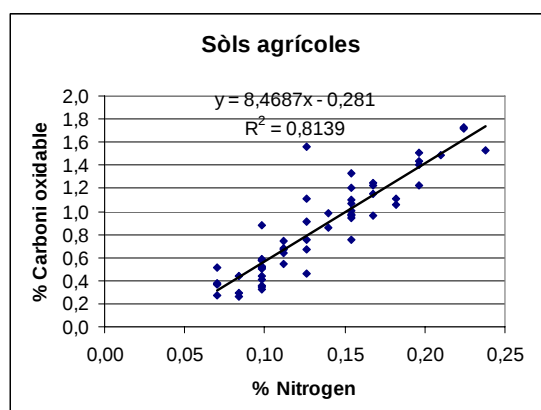
**Gràfica 10:** Diagrama de punts entre el percentatge de mineralització i el percentatge de carboni oxidable en sòls d'ús agrícola.

Tal com s'observa en la taula 25 el percentatge de carboni oxidable i el pH no presenten correlació. En la gràfica 11 podem observar que es poden trobar uns mateixos valors de percentatge de carboni oxidable en diferents valors de pH.



**Gràfica 11:** Diagrama de dispersió entre el percentatge de carboni oxidable i el pH en sòls d'ús agrícola

En la gràfica 12 es pot observar que el percentatge de nitrogen i el percentatge de carboni oxidable presenten una correlació directa molt clara. Quan augmenta el contingut de matèria orgànica del sòl augmenta el percentatge de nitrogen d'aquest (Mapa 3 de l'annex 2).



**Gràfica 12:** Diagrama de punts entre el percentatge de nitrogen i el percentatge de carboni oxidable en sòls d'ús agrícola.

Pel que fa a l'anàlisi factorial s'ha trobat que en la taula 26 el factor 1 explica el 39,45 % dels casos, sumant-li el factor 2 s'explica el 61,49% dels casos i ajuntant la informació del factor 3 s'explica el 80,15% dels casos.

**Taula 26:** Autovalors de l'anàlisi factorial

| Component | Autovalors inicials |                  |            | Sumes de les saturacions al quadrat de l'extracció |                  |            |
|-----------|---------------------|------------------|------------|----------------------------------------------------|------------------|------------|
|           | Total               | % de la variança | % acumulat | Total                                              | % de la variança | % acumulat |
| <b>1</b>  | 3,157               | 39,458           | 39,458     | 3,157                                              | 39,458           | 39,458     |
| <b>2</b>  | 1,763               | 22,041           | 61,499     | 1,763                                              | 22,041           | 61,499     |
| <b>3</b>  | 1,493               | 18,659           | 80,158     | 1,493                                              | 18,659           | 80,158     |

Pel que fa als pesos de les variables que es veuen en la taula 27, es veu que el factor 1 és el factor que engloba el percentatge de nitrogen, el percentatge de carboni oxidable i el percentatge d'humitat i negativament amb la densitat aparent. En el factor 2 pesen la respiració del sòl i el coeficient de mineralització. El factor 3 amb la conductivitat elèctrica i el pH.

**Taula 27:** Pesos de les variables en els factors

| VARIABLES             | Factors       |              |              |
|-----------------------|---------------|--------------|--------------|
|                       | 1             | 2            | 3            |
| <b>CE</b>             | 0,481         | -0,004       | <b>0,749</b> |
| <b>pH</b>             | 0,150         | -0,127       | <b>0,890</b> |
| <b>% Nitrogen</b>     | <b>0,901</b>  | -0,160       | -0,188       |
| <b>% C oxid</b>       | <b>0,924</b>  | -0,085       | -0,221       |
| <b>Dap</b>            | <b>-0,771</b> | -0,329       | -0,024       |
| <b>Respiració sòl</b> | 0,212         | <b>0,911</b> | -0,112       |
| <b>% mineralitz</b>   | -0,465        | <b>0,830</b> | 0,206        |
| <b>% Humitat</b>      | <b>0,617</b>  | 0,296        | -0,032       |

## 8.4 Elaboració de cartografia digital amb un GIS

Els mapes que s'han elaborat amb el sistema d'informació geogràfica (SIG) ArcView 9.2 es troben a l'annex 2 i són els següents:

### **Mapa 1: Relació de punts mostrejats a la zona**

En aquest mapa (mapa 1 de l'annex 2) s'han representat tots els punts que s'han pres a camp. Cada punt té un número de mostra amb què es sap les

seves dades físiques i químiques. En tot el transsecte hi ha 128 punts de mostreig.

## **Mapa 2: Unitats fisiogràfiques i perfils**

En aquest mapa (mapa 2 de l'annex 2) s'ha representat les tres unitats fisiogràfiques que hi ha.

La unitat fisiogràfica 2.1.1 la que està més el nord del transsecte. L'ús del sòl d'aquesta unitat és únicament agrícola. S'hi han obert 2 perfils. El perfils 1 i 2 que es troben sobre material geològic volcànic i que són explicats en les figures 13 i 14 a les pàgines 44 i 45.

En la unitat fisiogràfica 2.4.3 s'han realitzat 7 perfils. Aquesta unitat comença amb el perfil 3 que és explicat a la figura 15 i que està format sobre un material geològic de granodorita i granit alcalí. Els perfils 4, 5, 6 i 7 que són explicats en les figures 16, 17, 18 i 19 i sobre un material originari de lloms i sorres arcòsiques. El perfil 8 que és explicat en la figura 20 i que està format sobre una terrassa fluvial degradada. El perfil 9 que és explicat en la figura 21 i que està desenvolupat sobre dipòsits al·luvials-col·luvials.

La unitat fisiogràfica 3.1.2 és la unitat fisiogràfica que està més el sud del transsecte, propera a la població de Santa Coloma de Farners. L'ús del sòl d'aquesta unitat fisiogràfica és únicament forestal en excepció d'un punt. El seu origen geològic són leucogranits de gra groller. S'ha obert el perfil 10 que és explicat en la figura 21.

## **Mapa 3: Relació del percentatge de Matèria orgànica i el percentatge de nitrogen.**

En aquest mapa (mapa 3 de l'annex 2) s'observa que els sòls que tenen un percentatge de matèria orgànica més elevat són els que es troben en la unitat fisiogràfica 2.4.3 i que presenten un ús forestal.

Al haver-hi una correlació (tal com es pot veure en la taula 22) entre el percentatge de matèria orgànica i el percentatge de nitrogen, aquests sòls també són els que mostren el percentatge de nitrogen més elevat. Cal destacar que els sòls forestals de la zona sud del transsecte tenen un percentatge de matèria orgànica baix, tot i que són sòls forestals.

Els sòls del nord del transsecte (propers a Sant Dalmai) que són sòls d'ús agrícola mostren un percentatge de matèria orgànica força elevat.

#### **Mapa 4: Relació entre el tipus d'ús del sòl i respiració del sòl.**

En aquest mapa (mapa 4 de l'annex 2) els sòls d'ús forestal mostren una respirometria molt més elevada que els sòls d'ús agrícola. Aquest fet s'observa sobretot en els sòls forestals de la unitat fisiogràfica 2.4.3 i en menor mesura els sòls forestals de la unitat fisiogràfica 3.1.2. La respiració del sòl més elevada es troba en les mostres 93, 94, 97, 98, 101, 107 i 117. Amb una respiració de 12,93, 30,04, 12,03, 13,12, 11,74, 10,91, 11,20 mgC/100 g. dia respectivament.

El valors més baixos de respiració del sòl es concentren al nord del transsecte. La majoria de sòls són d'ús agrícola. El valors més baixos es troben en els punt 21, 49, 12, 46, 37 i 40. Aquest punts tenen una respiració del sòl respectivament de 0,373, 0,807, 0,942, 0,947, 0,989 i 0,994 mgC/100g.dia. De tots aquest sòls l'únic que és d'ús forestal és la mostra 49.

#### **Mapa 5: Relació entre el tipus d'ús del sòl i el percentatge de mineralització.**

En aquest mapa (mapa 5 de l'annex 2) es pot observar que els sòls d'ús forestal presenten un percentatge de mineralització lleugerament més elevat que els sòls agrícoles.

Els valors més elevats de percentatge de mineralització es troben en la zona sud del transsecte. Les mostres 94, 117, 90, 98 i 102 presenten els valors de 3,38, 2,4, 2,29, 2,24 i 2,21 de percentatge de mineralització respectivament. Totes elles tenen un ús forestal excepte la mostra 90 i 102.

Els valors més baixos de percentatge de mineralització s'observen en la zona nord del transsecte. Les mostres 44, 13, 12, 46 i 7 són les que tenen un menor percentatge de coeficient de mineralització. Els valors respectius són 0,22%, 0,24%, 0,26%, 0,28% i 0,29% de percentatge de mineralització. La mostra 44 és la única que té un ús del sòl forestal.

## 9. DISCUSSIÓ

En la zona d'estudi s'han pogut determinar tres unitats fisiogràfiques en funció de la litologia que presentaven, el pendent i el tipus d'ús del sòl.

La unitat fisiogràfica 1 correspon al codi CORINE 2.1.1 principalment representada per "terres cultivades sense reg" que correspon a la zona més propera a Sant Dalmai. Una característica de la zona és el material original d'origen volcànic, la poca pendent i l'ús del sòl principalment agrícola. En aquesta zona s'han obert dos perfils on els sòls es poden classificar com Inceptisòls (Andic Xerumbrepts). Tot i tractant-se d'una unitat on els sòls es desenvolupen sobre piroclasts, en alguns punts no s'ha determinat presència d'al·lòfanes. Aquest fet pot venir donat per la deposició en superfície de productes de l'erosió d'altres materials no volcànics de zones properes. La forta acció antròpica de la zona (moviments de terres, anivellaments, maneig agrícola) també ha pogut influir en que no se'n determinessin.

La unitat fisiogràfica 2 que inicialment s'havia descrit com a mixta, correspon al codi CORINE 2.4.3 representada per "terres ocupades principalment per l'agricultura, amb àrees significatives de vegetació natural, és la unitat territorial més ampla de les definides i es troba en la zona central del transsecte (Brunyola). Donades les dimensions de la zona i els diferents materials originaris que s'hi troben, s'hi han obert i descrit set perfils.

El sòl representat en el perfil 3 s'ha desenvolupat sobre granodiorites. Els sòls corresponents als perfils 4, 5, 6 i 7 s'han desenvolupat sobre llims i sorres arcòsiques. Tots ells es poden classificar com Inceptisòls (Xerocrepts), així com el sòl corresponent al perfil 8 sobre una terrassa fluvial degradada. El sòl corresponent al perfil 9 correspondria a un Entisòl (Xerofluvent).

La unitat fisiogràfica 2.4.3 presenta poca pendent. Tots els sòls de la zona han donat una textura majoritàriament arenosa o franca i absència de carbonats en la majoria dels punts.

La tercera unitat fisiogràfica definida i que inicialment s'havia descrit com d'ús forestal, correspon al codi CORINE 3.1.2 "bosc de coníferes" i correspon a la zona de Santa Coloma de Farners i es caracteritza per presentar una pendent elevada. En aquesta unitat s'hi ha obert i descrit un perfil representatiu corresponent a un Entisòl (Xerorthent).

Tal com s'observa en els resultats de la taula 18, l'avaluació per capacitat agrològica ha presentat diferents resultats en funció de les limitacions que tenen els sòls de les unitats fisiogràfiques establertes.

En les unitats fisiogràfiques 2.1.1 i 2.4.3, on l'ús actual del sòl és agrícola, es pot observar que són els sòls que presenten millors condicions per a l'ús agrícola de tota la zona estudiada. Tot i això, aquests sòls presenten una limitació que ve donada per el fet de no tenir una profunditat de sòl molt elevada ( $< 75$  cm), i això podria condicionar el cultiu d'algun tipus de conreu.

En la unitat fisiogràfica 2.4.3, on l'ús del sòl és forestal, es pot observar que presenta condicions moderades per un ús agrícola. La limitació que presenten aquests sòls és de tenir poca profunditat de sòl ( $< 50$  cm). Aquest fet condicionaria el cultiu d'algun tipus de conreu.

La unitat fisiogràfica 3.1.2 és una unitat d'ús del sòl únicament forestal, a excepció d'un punt que el seu ús és agrícola. Aquesta unitat fisiogràfica presenta una capacitat moderada per l'ús agrícola del sòl. Les limitacions que té són degudes a l'elevat pendent de la zona i a la poca profunditat del sòl ( $< 50$  cm). No es recomanaria fer un ús agrícola d'aquests sòls perquè l'elevat pendent crearia greus problemes d'erosió a part que, tal com es pot observar en la taula 11, és un sòl pobre en matèria orgànica i poc estructurat.

Un dels resultats més rellevants en el treball de camp és la presència d'al·lòfanes. L'al·lòfana és un complexa amorf, de naturalesa silicio-alumínic, que prové de la meteorització de material piroclàstic de deposicions volcàniques recents. En el transsecte que s'ha estudiat, la seva presència es concentra en la unitat fisiogràfica 2.1.1 on el material geològic és volcànic i predomina l'ús agrícola del sòl.

Els sòls d'ús forestal són presents, en els llocs amb els pendents més elevats. Aquests pendents elevats creen problemes d'erosió, pèrdua de matèria orgànica i dificulten l'ús de maquinaria per el manteniment. Degut a aquestes limitacions no seria recomanable destinar aquest sòl a un ús agrícola.

La textura predominant en tota la zona és arenosa o franca- argilosa. Els sòls de la unitat fisiogràfica 3.1.2 es troben sobre material geològic leucogranític. Són els sòls que tenen una textura més arenosa, una menor profunditat de sòl i els pendents més elevats de tota la zona estudiada. Els sòls de la unitat fisiogràfica 2.1.1 desenvolupats sobre material geològic volcànic són els que hi predomina la textura argilosa o franca, tenen major profunditat del sòl i són els sòls amb menor pendent de tot el transsecte estudiat.

En els sòls agrícoles la vegetació dominant són els cereals i el ray-grass. Cal tenir en comte que en els sòls agrícoles del nord i centre del transsecte

freqüenta el cultiu d'avellaners. En els sòls forestals la vegetació dominant són els *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Quercus suber* i *Quercus ilex*.

Dels resultats obtinguts en el treball de laboratori cal destacar l'ampli marge en els valors de pH determinats. En els sòls del nord del transsecte, on l'ús predominant és agrícola, és on es troben valors de pH més elevat. En els sòls del sud del transsecte, sobre material granític on l'ús predominant és forestal, és on els valors de pH són més àcids. Aquesta característica depèn substancialment del material originari per això es troba aquesta variabilitat.

Els sòls agrícoles de la zona es caracteritzen per contenir menors quantitats de matèria orgànica que els sòls forestals. Tal com s'observa en el mapa 3 de l'annex 2, els sòls forestals de la unitat fisiogràfica 2.4.3 són els que contenen un percentatge més elevat de matèria orgànica. El fet que els sòls agrícoles continguin un menor percentatge de matèria orgànica pot ser degut a la intensificació de la gestió que s'ha fet del sòls agrícoles i a la seva continua roturació, sobretot durant la segona meitat del segle XX on s'ha observat una disminució destacable del contingut de matèria orgànica del sòl ( Maljean et al. 2004). Loveland i Webb (2003), en una revisió sobre els nivells crítics de matèria orgànica en sòls agrícoles en zones temperades, van suggerir que un contingut de carboni de l'1% podria representar el llindar per sota del qual el sistema sòl-cultiu podria quedar compromès encara que se subministrin els fertilitzants minerals adequats. S'ha de tenir en comte que a Espanya no existeixen gaires estudis que aportin dades sobre els processos edàfics (degradació física, pèrdua de matèria orgànica) associats al canvi climàtic o a la intensificació de la agricultura ( Vallejo et al. 2005).

Un paràmetre que determina la capacitat de segrest del carboni del sòl és el percentatge de mineralització del carboni del sòl. Pel que fa als resultats obtinguts de totes les mostres, cal destacar que la correlació que hi ha entre el percentatge de mineralització amb l'activitat respiratòria del sòl i amb el carboni oxidable és lògica perquè el percentatge de mineralització relaciona la respiració del sòl amb el carboni orgànic, és a dir que indica la fracció de carboni orgànic que està sent mineralitzat en un determinat període de temps (24 hores). A valors baixos de percentatge de mineralització s'obté valors baixos de respiració del sòl. En el cas dels sòls forestals es troben percentatges de mineralització per sobre de 0,9%, més elevats que en els sòls agrícoles. Aquest resultat no coincideix amb altres autors citats per Alcañiz et al. (2005).

Els sòls agrícoles de mitjana han donat un percentatge de mineralització lleugerament inferior als sòls forestals. Aquest fet pot ser degut a què la zona

més forestal sigui un tipus de bosc molt jove, amb poca cobertura i sotmès a incendis forestals de manera reiterada. A més, alguns sòls agrícoles tenen majoritàriament un material originari volcànic el que fa que, tot i que el seu ús actual sigui agrícola, s'obtingui valors alts de matèria orgànica.

La respiració del sòl està directament i altament correlacionada amb el carboni orgànic. En els sòls forestals s'ha obtingut una respiració del sòl en mgC/100 g. dia més elevada que en els sòls agrícoles, això és indicatiu d'una major velocitat de mineralització. Els sòls forestals també han presentat un major percentatge de carboni oxidable que els sòls agrícoles. Aquest fet coincideix amb el que diu Campbell et al. (1992) que la respiració del sòl està influenciada amb el clima, propietats físiques i químiques del sòl, o pràctiques de maneig agrícola.

La relació inversa entre el carboni oxidable i la densitat aparent és l'esperada. En els sòls on la matèria orgànica és més elevada, en aquest cas els sòls d'ús forestal, tenen una densitat aparent menor perquè el material que la compon té una menor densitat que la matèria mineral. També s'han donat densitats aparents baixes en la zona volcànica, fet també esperat.

## 10. CONCLUSIONS

A partir dels resultat obtinguts en aquest treball es pot concloure:

- 1) En la zona d'estudi s'ha pogut determinar tres unitats fisiogràfiques en funció de la litologia que presentaven, el pendent i el tipus d'ús del sòl.
- 2) La unitat fisiogràfica 2.1.1 i la 2.4.3 corresponent a l'ús agrícola tenen una bona capacitat d'ús pels conreus. La unitats fisiogràfica 2.4.3 d'ús forestal i la 3.1.2 presenten limitacions pel seu ús agrícola com són la poca profunditat del sòl i el pendent pel seu ús agrícola.
- 3) El pH dels sòls de la zona està relacionat amb el material originari.
- 4) La densitat aparent és molt variable en els sòls estudiats depenent del contingut de matèria orgànica i condicionat pel material parental.
- 5) La presència d'al·lòfanes s'ha trobat principalment en els sòls més propers a la Crosa de Sant Dalmai degut a que els seu material és d'origen volcànic.
- 6) S'ha trobat una relació entre el contingut de carboni oxidable i l'ús dels sòls, sent els sòls forestals els que tenen un major percentatge de carboni oxidable. Els sòls agrícoles han estat els que han presentat una quantitat menor de carboni oxidable.
- 7) Els sòls agrícoles segresten, lleugerament, més carboni en el sòl que els sòls forestals.
- 8) S'ha trobat uns percentatges de mineralització elevats en gran part dels casos, fet que indica la baixa capacitat de segrest de carboni dels sòls de la zona
- 9) L'aplicació d'un sistema d'informació geogràfica (Arview 9.2) ha permès la visualització dels paràmetres que tenen més pes. Això ha facilitat el raonament de les conclusions.

---

## 11. BIBLIOGRAFIA

**Alberch, R., Clara, J. i Roura, G.** 1981. Gran Geografia comarcal de Catalunya. Fundació Enciclopèdia Catalana

**Alef K. And Nannipieri P.** 1998. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic press limited.

**Alcañiz, J. M., Boixadera J., Felipó M.T., Ortiz O., Poch R.M.** 2005. El paper dels sòls de Catalunya en el canvi climàtic. Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya. Generalitat de Catalunya. Consell Assessor per al Desenvolupament sostenible.

**ArcView GIS 9.2** 2007. Environmental Systems Research Institute. The Geographic Information System for Everyone.

**Atlas Comarcal de Catalunya**, La Selva, 2003. Institut Cartogràfic de Catalunya.

**Boixadera, J i Porta, J.** 1991. Información de suelos y evaluación catastral : método del valor índice.

**Campbell, C.A.; S.A. Brandt; V.O. Biederbeck; R.P. Zentner; M. Schnitzer** 1992. Effect of crop rotations and rotation phase on characteristics of soil organic matter in a Dark Brown Chernozemic soil. Can. J. Soil Sci. 72:403-416.

**De la Rosa, D.** 2008. Evaluación agro-ecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible. Mundi Prensa.

**FAO**, 2000. Land Resource potential and constraints at regional and country levels. World Soil Resources Reports 90.

**FAO**, 2001. Soil carbon sequestration for improved land management. World Soil Resources Reports.

**Fieldes, M. i Perrot K.W.** 1966. The nature of allophane in soils. *New Zealand Journal of Science*, Vol. 9, pp. 623-629.

**Gallardo, J., Almorox, A. i Hontoria Ch.** 2000. Classificació de la capacitat agrològica de las tierras. Universidad Politécnica de Madrid.

**Gisbert, J.M.** (1999). Taxonomía de Suelos. Soil Taxonomy. A basic System of Soil Classification for Marking and Interpreting Soils Surveys".

**Ibàñez, J., Burriel, J.A. i Pons, X.,** 2002. El Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya: Una eina per al coneixement, la planificació i la gestió del territori. Perspectives territorials, 31, pp. 10-65.

**IPCC,** 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equip de redacció principal: Pachauri, R.K. i Reisinger, A. (directors de la publicació)]. IPCC, Ginebra, Suïça. [consulta 07/01/09]. Accessible a: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf).

**ICC,** 2003. Ortofotomapa de Catalunya 1:25000. Santa Coloma de Farners 333-2-2(76-26).

**IGME,** 1983. Mapa geològic de Espanya 1:50000. Santa Coloma de Farners 333-38-13.

**Lizcano A., Herrera M.C. i Santamarina J.C.** 2006. Suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Vol. 6(2) 167.

**Loveland P., Webb J.** 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. Soil Till. Res. 70: 1-18.

**Maljean J.F., Amlinger F., Bannick C.G., Favoino E., Feix I., Leifert I., Marmo L., Morris R., Pallière C., Robert M., Siebert S., Tittarelli, F.** 2004. Land use practices in Europe. In: (Van Camp et al. Eds.). Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/3 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

**Macías, F., Díaz-Ferros, F., Ramos Mompó, C., Ibáñez Martí, J.J. i King D. & Montanrella, L.** 1996. Información de Suelos para el Siglo XXI. IV Congreso de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.

**MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), 1979.** Métodos oficiales de suelos, aguas.

**Pardini, G. i Gispert, M.** 2000. Pràctiques d'Edafologia. Unitat de Ciència del Sòl. Universitat de Girona.

**Porta, J., López-Acevedo, M i Roquero C.,**1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa

**Porta, J., López-Acevedo M.** 2005. Agenda de campo de suelos. Informacion de suelos para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-prensa.

**Sánchez, J., Aguilar, J ., Arbelo, C.A., Boixadera J., Colomer, J.C., Ibáñez, J.J., Macías, F., Ortiz, R., Rodríguez, A. i Sánchez, J.A.** 2000. Norma técnica para la elaboración de la cartografía de suelos a escala 1:50000 . Sociedad española de la ciencia del suelo. Document de treball

**Sparling, G. P.** 1992 Ratio of Microbial Biomassa Carbon to Soil Orgànic Carbon as sensitive indicator of changes in Soil Orgànic Matter. Aust. J. Soil. Res. 30: 195-207.

**SPSS 15.0,** 2005. Statistical Services for Microsoft SQL Server 2005.

**Vallejo, V.R.; Díaz Fierros, F., y De la Rosa, D. (Coord.)** 2005. Impactos sobre recursos edáficos. In: Evaluación de los Impactos del Cambio Climático en España (ECCE). Proyecto financiado por la Oficina Española de Cambio Climático (MIMAM). [consulta 07/01/09]. Accessible a: [http://www.mma.es/secciones/cambio\\_climatico/documentacion\\_cc/historicos\\_cc/pdf/08\\_recursos\\_edaficos\\_2.pdf](http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/historicos_cc/pdf/08_recursos_edaficos_2.pdf)

**Vehí, M.,** 2001. Geologia ambiental de la depressió de la Selva. [consulta 07/01/09]. Accessible a: <http://www.tdcat.cesca.es> .

**URL:**

[consulta 07/01/09]. Accessible a: [http://eusoils.jrc.it/esbn/esbn\\_overview.html](http://eusoils.jrc.it/esbn/esbn_overview.html)

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://www.fao.org/newsroom/es/news/2008/1000882/index.html>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://homepage.mac.com/uriarte/caracteristicasco2.html>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://www.icc.es>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://www.navarraagraria.com/n157/arlabo2.pdf>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://www.microleis.com>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://www.oznet.ksu.edu/library/crpsl2/mf2564s.pdf>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://weblogs.madrimasd.org/universo/default.aspx>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://www2.iec.cat/mapasols/Ca/Informacio.asp?Grup=B&Opcio=6>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
(<http://www.fao.org/es/esa/PESAL/AgRole12.html>)

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://www.irnase.csic.es/users/microleis/mimam/seisnet.htm>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
<http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR>

[consulta 07/01/09]. Accessible a:  
[www.inm.es](http://www.inm.es)

# Annex 1

En aquest annex s'adjunten taules amb els valors, de tots els paràmetres analitzats a laboratori, mínims, màxims, la mitjana, la variança i la desviació dels sòls en funció de l'ús d'aquests.

Taula 28 : paràmetres analitzats al laboratori amb ús del sòl agrícola.

| Estadístics | AGRÍCOLA                |       |            |           |            |                  |               |              |           |
|-------------|-------------------------|-------|------------|-----------|------------|------------------|---------------|--------------|-----------|
|             | Conductivitat elèctrica | pH    | % Nitrogen | % Carboni | % Mat org. | Densitat aparent | Respirometria | % mineralitz | % Humitat |
| Mitjana     | 0,048                   | 6,87  | 0,135      | 0,859     | 1,482      | 1,278            | 2,343         | 0,879        | 15,011    |
| Desv. típ.  | 0,023                   | 0,732 | 0,044      | 0,411     | 0,708      | 0,183            | 1,399         | 0,562        | 6,05      |
| Variança    | 0,005                   | 0,536 | 0,002      | 0,169     | 0,501      | 0,033            | 1,956         | 0,316        | 36,604    |
| Mínim       | 0,014                   | 5,39  | 0,07       | 0,27      | 0,46       | 0,942            | 0,373         | 0,246        | 2,75      |
| Màxim       | 0,107                   | 8,32  | 0,238      | 1,73      | 2,98       | 1,77             | 7,883         | 2,291        | 29,7      |

Taula 29 : paràmetres analitzats al laboratori amb ús del sòl forestal.

| Estadístics | FORESTAL                |       |            |           |            |                  |               |              |           |
|-------------|-------------------------|-------|------------|-----------|------------|------------------|---------------|--------------|-----------|
|             | Conductivitat elèctrica | pH    | % Nitrogen | % Carboni | % Mat org. | Densitat aparent | Respirometria | % mineralitz | % Humitat |
| Mitjana     | 0,05                    | 5,811 | 0,204      | 1,566     | 2,701      | 0,999            | 5,242         | 0,992        | 21,479    |
| Desv. típ.  | 0,027                   | 0,627 | 0,11       | 0,691     | 1,192      | 0,288            | 4,249         | 0,654        | 13,613    |
| Variança    | 0,075                   | 0,393 | 0,012      | 0,477     | 1,42       | 0,083            | 18,051        | 0,428        | 185,314   |
| Mínim       | 0,078                   | 4,55  | 0,056      | 0,31      | 0,54       | 0,337            | 0,807         | 0,222        | 2,72      |
| Màxim       | 0,132                   | 7,29  | 0,504      | 2,88      | 4,97       | 1,704            | 30,039        | 3,388        | 64,72     |

Taula 30 : paràmetres analitzats al laboratori de tots els sòls

| Estadístics | FORESTAL I AGRÍCOLA     |       |            |           |            |                  |               |              |           |
|-------------|-------------------------|-------|------------|-----------|------------|------------------|---------------|--------------|-----------|
|             | Conductivitat elèctrica | pH    | % Nitrogen | % Carboni | % Mat org. | Densitat aparent | Respirometria | % mineralitz | % Humitat |
| Mitjana     | 0,049                   | 6,266 | 0,174      | 1,262     | 2,177      | 1,119            | 3,997         | 0,943        | 18,7      |
| Desv. típ.  | 0,255                   | 0,853 | 0,094      | 0,683     | 1,177      | 0,284            | 3,625         | 0,617        | 11,444    |
| Variança    | 0,065                   | 0,728 | 0,009      | 0,466     | 1,386      | 0,08             | 13,141        | 0,38         | 130,958   |
| Mínim       | 0,078                   | 4,55  | 0,056      | 0,27      | 0,46       | 0,337            | 0,373         | 0,222        | 2,72      |
| Màxim       | 0,132                   | 8,32  | 0,504      | 2,88      | 4,97       | 1,77             | 30,039        | 3,388        | 64,72     |

També s'han agrupat les mitjanes, els mínims i els màxims de les analítiques fetes al laboratori en funció del material geològic originari de cada sòl.

Taules 31: paràmetres analitzats al laboratori en funció del material geològic

| Al·luvial | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat | % matèria orgànica |
|-----------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Mitjana   | 6,135     | 0,169           | 1,205             | 1,08                    | 6,245         | 1,505               | 18,012    | 2,078              |
| mínim     | 5         | 0,07            | 0,377             | 0,704                   | 2,338         | 0,616               | 7,172     | 0,65               |
| màxim     | 6,56      | 0,308           | 2,312             | 1,317                   | 13,119        | 2,24                | 43,931    | 3,986              |

| Piroclasts | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat | % matèria orgànica |
|------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Mitjana    | 7,054     | 0,174           | 1,076             | 1,104                   | 2,222         | 0,645               | 16,119    | 1,856              |
| mínim      | 6,37      | 0,084           | 0,266             | 0,594                   | 0,942         | 0,263               | 9,479     | 0,459              |
| màxim      | 8,04      | 0,35            | 1,67              | 1,509                   | 4,819         | 1,924               | 29,703    | 2,879              |

| Lutites | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat | % matèria orgànica |
|---------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Mitjana | 6,786     | 0,163           | 1,038             | 1,269                   | 2,191         | 0,647               | 14,89     | 1,79               |
| mínim   | 5,78      | 0,07            | 0,27              | 0,763                   | 0,373         | 0,292               | 2,724     | 0,466              |
| màxim   | 8,1       | 0,406           | 2,813             | 1,77                    | 5,838         | 1,431               | 46,098    | 4,85               |

| Llims i sorres | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat | % matèria orgànica |
|----------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Mitjana        | 6,142     | 0,198           | 1,473             | 1,048                   | 4,31          | 0,834               | 22,532    | 2,539              |
| mínim          | 4,55      | 0,07            | 0,29              | 0,337                   | 0,807         | 0,222               | 6,08      | 0,5                |
| màxim          | 8,32      | 0,504           | 2,88              | 1,525                   | 30,039        | 3,388               | 64,72     | 4,97               |

| Leucogranits | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat | % matèria orgànica |
|--------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Mitjana      | 5,843     | 0,106           | 0,89              | 1,195                   | 5,183         | 1,666               | 14,037    | 1,535              |
| mínim        | 5,08      | 0,056           | 0,31              | 0,904                   | 1,961         | 0,745               | 5,005     | 0,535              |
| màxim        | 6,77      | 0,168           | 1,611             | 1,459                   | 11,19         | 2,405               | 22,62     | 2,777              |

| Granodorites | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat | % matèria orgànica |
|--------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Mitjana      | 5,77      | 0,151           | 1,271             | 1,29                    | 2,126         | 0,488               | 7,925     | 2,192              |
| mínim        | 5,02      | 0,084           | 0,64              | 0,98                    | 1,236         | 0,363               | 3,987     | 1,103              |
| màxim        | 6,59      | 0,252           | 2,502             | 1,531                   | 3,366         | 0,692               | 13,316    | 4,314              |

També s'han agrupat les mitjanes, els mínims i els màxims de les analítiques fetes al laboratori en funció de unitats fisiogràfiques.

Taules 32: paràmetres analitzats al laboratori en funció de les Unitats fisiogràfiques

| Unitat fisiogràfica 2.1.1 | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat | % matèria orgànica |
|---------------------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Mitjana                   | 6,92      | 0,177           | 1,243             | 1,11                    | 2,156         | 0,549               | 15,79     | 2,143              |
| Desv. típ.                | 0,79      | 0,063           | 0,518             | 0,21                    | 0,905         | 0,366               | 5,63      | 0,893              |
| Variança                  | 0,62      | 0,004           | 0,268             | 0,05                    | 0,820         | 0,134               | 31,70     | 0,798              |
| Rang                      | 3,07      | 0,266           | 2,430             | 0,92                    | 3,877         | 1,678               | 25,71     | 4,200              |
| Mínim                     | 4,97      | 0,084           | 0,270             | 0,59                    | 0,942         | 0,246               | 3,99      | 0,460              |
| Màxim                     | 8,04      | 0,350           | 2,700             | 1,51                    | 4,819         | 1,924               | 29,70     | 4,660              |

| Unitat fisiogràfica 2.4.3 | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat | % matèria orgànica |
|---------------------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Mitjana                   | 6,21      | 0,187           | 1,341             | 1,11                    | 4,178         | 0,890               | 20,31     | 2,313              |
| Desv. Típ.                | 0,86      | 0,102           | 0,735             | 0,31                    | 4,022         | 0,580               | 12,94     | 1,267              |
| Variança                  | 0,73      | 0,010           | 0,540             | 0,10                    | 16,176        | 0,336               | 167,46    | 1,606              |
| Mínim                     | 4,55      | 0,070           | 0,270             | 0,34                    | 0,373         | 0,222               | 2,72      | 0,470              |
| Màxim                     | 8,32      | 0,504           | 2,880             | 1,77                    | 30,039        | 3,388               | 64,72     | 4,970              |

| Unitat fisiogràfica 3.1.2 | pH (24°C) | %Nitrogen total | %carboni oxidable | Densitat aparent(g/cm3) | mg C/100g.dia | % de mineralització | % Humitat | % matèria orgànica |
|---------------------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|--------------------|
| Mitjana                   | 5,84      | 0,105           | 0,892             | 1,19                    | 5,136         | 1,645               | 13,87     | 1,539              |
| Desv. Típ.                | 0,44      | 0,035           | 0,420             | 0,17                    | 2,652         | 0,459               | 4,22      | 0,722              |
| Variança                  | 0,19      | 0,001           | 0,176             | 0,03                    | 7,033         | 0,211               | 17,79     | 0,521              |
| Rang                      | 1,69      | 0,112           | 1,300             | 0,56                    | 9,229         | 1,660               | 17,61     | 2,240              |
| Mínim                     | 5,08      | 0,056           | 0,310             | 0,90                    | 1,961         | 0,745               | 5,01      | 0,540              |
| Màxim                     | 6,77      | 0,168           | 1,610             | 1,46                    | 11,190        | 2,405               | 22,62     | 2,780              |

# Annex 2