

GUIA DE CAMP PER A LA DESCRIPCIÓ DE SÒLS

R. RODRÍGUEZ-OCHOA

O. ARTIEDA

J.R. OLARIETA

A. BARGUÉS

2014

ÍNDEX

1. ELECCIÓ DELS PUNTS D'OBSERVACIÓ.....	3
2. INFORMACIÓ GENERAL.....	3
3. DESCRIPCIÓ DE L'ESTACIÓ.....	3
3.1 LOCALITZACIÓ	3
3.2 GEOMORFOLOGIA.....	4
3.2.1 <i>Escala d'observació</i>	4
3.2.2 <i>Morfologia local i forma</i>	5
3.2.3 <i>Modificació de la forma</i>	8
3.2.4 <i>Pendent</i>	8
3.2.5 <i>Longitud de la pendent</i>	9
3.2.6 <i>Situació en la pendent</i>	9
3.2.7 <i>Orientació</i>	9
3.2.8 <i>Factor d'horitzó</i>	10
3.3 DINÀMICA DE LA FORMA	11
3.4 MATERIAL ORIGINARI DEL SÒL	14
3.5 CONDICIONS DE SUPERFÍCIE	15
3.6 CONDICIONS HIDROLÒGIQUES	17
3.7 VEGETACIÓ	17
3.8 USOS I TECNOLOGIA DEL TERRITORI	19
4. DESCRIPCIÓ DEL PERFIL DEL SÒL	20
4.1 OBERTURA DE LA CALICATA.....	20
4.2 CRITERIS D'IDENTIFICACIÓ D'HORIZONS.....	20
4.3 HORIZONS GENÈTICS	22
4.3.1 <i>Regles de nomenclatura</i>	22
4.4 ESTAT D'HUMITAT	25
4.5 COLOR.....	26
4.6 TAQUES	27
4.7 ESTAT D'OXIDACIÓ-REDUCCIÓ	29
4.8 CLASSE DE DRENATGE DEL PERFIL	30
4.9 GRANULOMETRIA.....	31
4.9.1 <i>Textura</i>	32
4.9.2 <i>Elements grossos</i>	35
4.10 ESTRUCTURA	39
4.11 CONSISTÈNCIA	50
4.12 MATÈRIA ORGÀNICA.....	57
4.13 ACTIVITAT BIOLÒGICA	58
4.14 ACTIVITAT HUMANA.....	61
4.15 SISTEMA RADICULAR I PROFUNDITAT ARRELABLE.....	61
4.16 TESTS DE CAMP	63
4.16.1 <i>Determinació qualitativa de carbonats (HCl 11%)</i>	63
4.16.2 <i>Determinació qualitativa de sulfats (BaCl₂ 10%)</i>	64
4.16.3 <i>Determinació qualitativa de clorurs (AgNO₃ 5%)</i>	64
4.16.4 <i>Assaig qualitatiu d'estabilitat estructural (Emerson)</i>	64
4.16.5 <i>Assaig de repel·lència a l'aigua o hidrofobicitat (King, 1981; Doerr, 1998)</i>	64
4.16.6 <i>Assaig de la tira de cotó (Cotton Strip Assay) (Walton i Allsopp, 1977)</i>	65
4.16.7 <i>Assaig de materials alofànics (Fields & Perrot, 1996)</i>	65
4.16.8 <i>Assaig de descomposició de la matèria orgànica (Milne et al., 1995)</i>	66
4.17 POROSITAT	67
4.18 ESQUERDES.....	69
4.19 ESTUDI DE SUPERFÍCIES	71
4.20 ACUMULACIONS.....	73
4.21 LÍMITS ENTRE HORIZONS	77
5. MOSTREIG	79

1. ELECCIÓ DELS PUNTS D'OBSERVACIÓ

L'actuació conjunta dels diferents factors formadors del sòl ha originat una coberta edàfica que pot presentar una gran variabilitat espacial. L'elecció de la ubicació de les diferents estacions per a la descripció de sòls s'ha de dur a terme després d'haver realitzat un reconeixement de la zona, fotointerpretació, consulta de mapes disponibles i una aproximació al coneixement local dels sòls d'aquelles persones que hi viuen.

El primer factor que cal tenir en compte alhora de triar la localització de la calicata és la seva representativitat, és a dir que els resultats de la descripció siguin representatius d'una determinada zona i alhora extrapolables a altres de característiques similars. Per això és necessari estudiar les formes del paisatge, vegetació, usos del sòl, i altres factors formadors. En aquest sentit és important fixar uns límits a l'àrea representativa de la calicata; aquí entraria el concepte d'estació.

Un altre aspecte que cal considerar és evitar localitzar la calicata als límits de la unitat de l'estació o altres zones de transició com, per exemple, punts de ruptura de pendent.

2. INFORMACIÓ GENERAL

Aquest apartat recull aquella informació de caràcter general que ens servirà per identificar la descripció que realitzarem així com les mostres que recollim. Fa referència a:

- Codi d'identificació del perfil
- Data de realització de la descripció
- Persones que realitzen la descripció

3. DESCRIPCIÓ DE L'ESTACIÓ

La descripció de l'estació és la caracterització dels factors formadors del sòl i els processos geomorfològics actuals, així com la recollida d'informació sobre els usos del sòl. Inclou:

3.1 Localització

La localització de l'estació és important perquè determina el seu context, i un sòl fora de context no es pot interpretar. Per altra banda, és important tenir

una localització ben definida perquè qui ho desitgi pugui tornar al punt on s'ha realitzat la prospecció.

Hi constaran les següents dades:

- Terme municipal
- Paratge
- Referències cartogràfiques
 - o Mapa/ortofotomapa
 - o Escala
 - o Coordenades UTM
- Accés al punt: aquest apartat és d'especial interès en àrees forestals. Es redactaran les indicacions necessàries, i si cal es dibuixarà un croquis, per arribar al punt (carreteres, camins...).

Una fotografia del punt, mostrant la seva relació amb les característiques del paisatge que l'envolten, pot ser també una dada interessant per a la seva adequada localització.

3.2 Geomorfologia

L'estudi de la geomorfologia, o forma del relleu, pot respondre a diferents objectius com, per exemple, modelitzar l'erosió, determinar el topoclima d'una estació, interpretar les relacions sòl-paisatge, elaborar una cartografia, etc.

3.2.1 Escala d'observació

És fonamental adequar l'escala de treball al nostre objectiu, és a dir que si per exemple l'objectiu del nostre estudi consisteix en elaborar una cartografia a escala 1:100.000 no podem descriure la geomorfologia a una escala detallada sinó que haurem de treballar amb un nivell jeràrquic superior. Per altra banda, si el nostre objectiu recau en determinar el topoclima d'una estació concreta, sí que haurem de treballar a una escala detallada, perquè ens interessarà determinar el factor d'horitzó, la pendent, l'orientació i altres factors que influeixen en l'elaboració del balanç hídric, per exemple.

La geomorfologia d'una zona doncs, es pot estudiar a partir de la fotointerpretació, de l'observació directa en camp... segons l'objectiu que ens interessi, com ja hem dit anteriorment. L'objectiu d'aquesta guia de camp, tal i com el seu nom indica, és descriure la geomorfologia a partir de les

observacions realitzades directament en camp, a una escala detallada a nivell d'estació forestal o bé parcel·la agrícola.

En l'apartat d'escala d'observació hi indicarem si es tracta d'una escala mètrica, decamètrica, hectomètrica o decamètrica, segons les dimensions de la forma que estiguem descrivint. Si per exemple la nostra estació està situada dins d'un fons que té uns 8 metres d'ample i a continuació, a banda i banda, ja limita amb les vessants, l'escala d'observació seria mètrica, perquè a escala decamètrica allò ja no seria una unitat de fons perquè inclouria altres formes. Un altre exemple seria que la nostra calicata estigués situada en una plataforma de dimensions quilomètriques, en aquest cas parlariem d'una escala d'observació quilomètrica i no més detallada.

3.2.2 Morfologia local i forma

De manera general i sintètica, la geomorfologia d'una zona pot ser descrita a partir de tres elements bàsics: Divisòries d'aigües, vessants i fons de vall o canals. Aquestes tres unitats es poden subdividir, alhora, en unitats més detallades seguint criteris morfològics (figura 4).

- Divisòries d'aigües

Poden presentar diferents tipologies, de manera que tenim:

- crestes: quan la seva superfície es representa amb una línia.

- en sella de muntar: quan la seva superfície té una extensió superior a la de la cresta i una morfologia més o menys convexa.

- plataforma: quan la seva superfície té una extensió superior a la de la cresta i una morfologia plana.

- Vessants

Les vessants són aquells elements inclinats que enllacen una divisòria d'aigües amb un fons. Segons la seva forma en planta i en perfil i les possibles combinacions entre aquestes, es poden distingir diferents tipus de vessant (figura 1 i 2). Per altra banda, les vessants es poden dividir en simples o complexes atenent a la uniformitat o irregularitat del perfil segons la màxima pendent (figura 3).

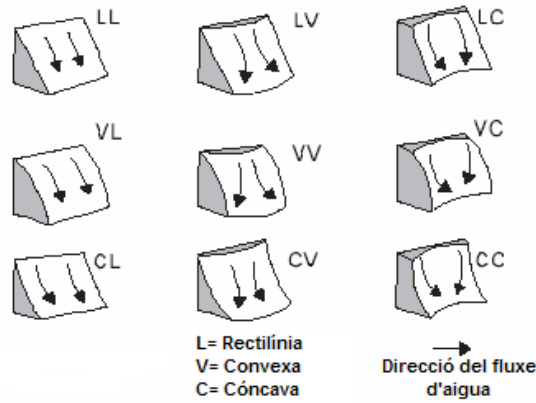


Figura 1: Tipus de vessants atenent a les seves característiques morfològiques. P.e CV= perfil còncav i planta convexa. (Wysocky et al., 2000; NSCS-USDA, 2002)

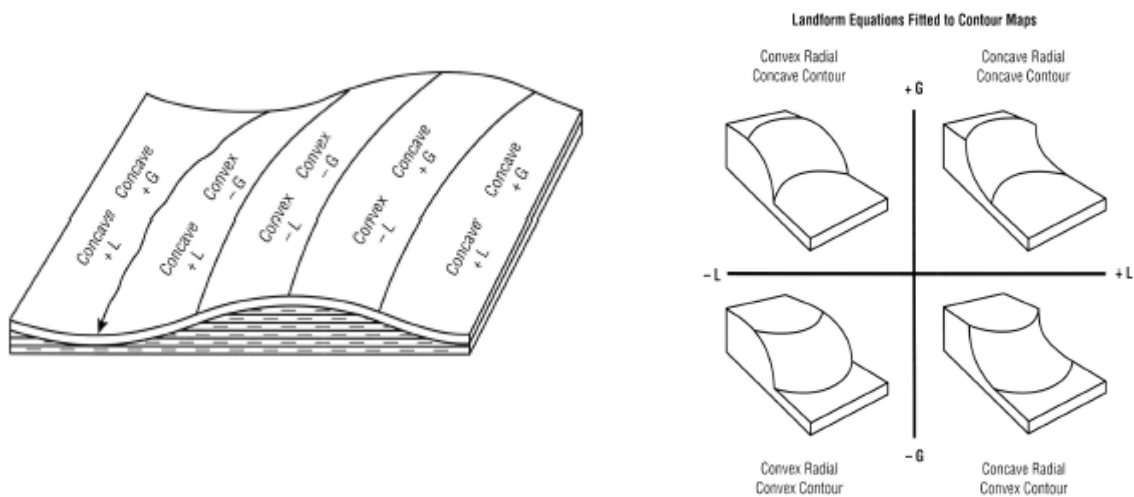


Figura 2: Il·lustració de les diferents combinacions de planta i perfil sobre el terreny. L: perfil, G: planta, -Convexa, + Còncava (NSCS-USDA, 2002)

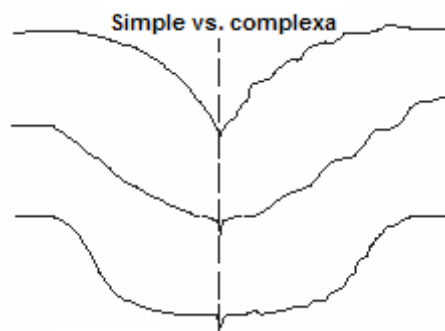


Figura 3: Tipus de vessant en funció de la regularitat o irregularitat del seu perfil longitudinal. (NSCS-USDA, 2002)

La forma de les vessants juga un paper important perquè determinarà, en part, la quantitat d'escolament superficial així com l'acumulació, o no, del material procedent de l'erosió i l'aigua. En aquest sentit, una vessant còncava serà receptora de material i aigua, de manera que el sòl serà en general més profund i humit, i en canvi una de convexa serà emissora. De la mateixa manera, si tenim una vessant còncava en perfil, la part superior, de major pendent, serà emissora i la part mitja, de menor pendent, receptora.

- Fons i canals

Els fons corresponen a àrees deprimides dins del territori. Quan les aigües que aquestes unitats recullen de l'escolament no tenen sortida, parlem de depressió. Quan es tracta de fons amb sortida, les aigües de l'escolament van a parar a altres fons o canals. Els fons, doncs, constitueixen les àrees receptores per excel·lència. Un segon criteri per a la seva diferenciació és la morfologia de la secció transversal, podent-se dividir en:

- fons en V
- fons plans
- fons en U

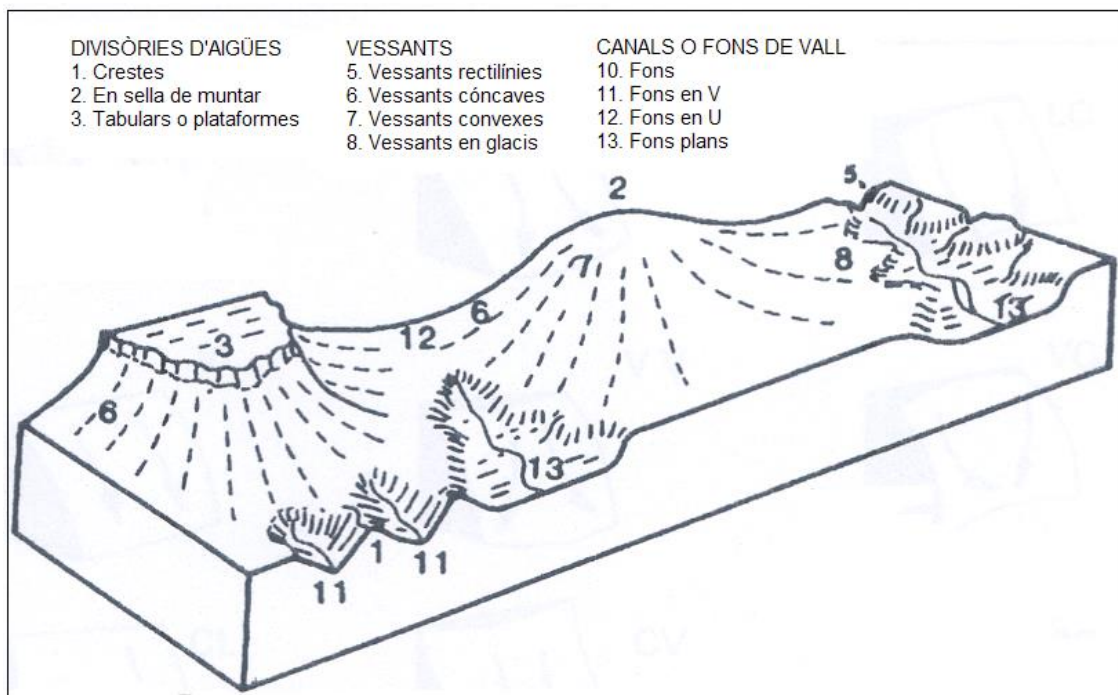


Figura 4: Descripció de les formes del paisatge segons els criteris SINEDARES.

3.2.3 Modificació de la forma

Les modificacions antròpiques de la forma del relleu poden constituir abancalaments, terrasses, sòls rehabilitats, etc.

3.2.4 Pendent

La pendent d'una vessant és la inclinació de la superfície del sòl respecte l'horitzontal.

La pendent en camp es mesurarà utilitzant un clisímetre, que ens donarà el valor en tant per cent i en graus sexagesimals. L'equivalència entre aquestes magnituds es pot observar a la taula 1. La mesura de la pendent s'haurà de fer entre dues persones, de manera que la que utilitzi el clisímetre mirarà pel foradet de l'aparell amb un ull i alhora situarà la línia que apareix a l'interior a l'alçada dels ulls del seu company (si són de la mateixa alçada aproximadament). La lectura de la línia a banda i banda, segons l'escala, indicarà el valor de la pendent. Per tal d'evitar errors associats a alguns clisímetres és més adequat fer les lectures vessant avall, és a dir que qui té el clisímetre es situï per damunt de l'altra persona.

Ocasionalment podem trobar una pendent regular però en general no serà així, de manera que indicarem la pendent general del terreny i la local, és a dir la de la zona on es troba la calicata que descriurem. D'aquesta manera, si ens trobem, per exemple, en una vessant aterassada i la nostra calicata està situada en un replà, mesuraríem el pendent general entre terrassa i terrassa (una persona es situaria en una terrassa i l'altra una o dues terrasses per sota) i a continuació el pendent local (les dues persones es situarien en la mateixa terrassa, damunt del replà). De la mateixa manera, en una vessant còncava en perfil, la pendent a la part superior serà més gran que a la part mitja, de manera que la pendent local serà diferent que la general si ens situem a la meitat de la forma, al terç superior...

Taula 1: Equivalències entre l'angle d'inclinació i tant per cent de pendent

Percentage	Angle	Angle	Percentage
0	0°00'	0°	0
5	2°52'	2°	3.5
10	5°43'	4°	7.0
15	8°32'	6°	10.5
20	11°19'	8°	14.0
25	14°02'	10°	17.6
30	16°42'	12°	21.2
35	19°17'	15°	26.8
40	21°48'	20°	36.4
50	26°34'	25°	46.6
60	30°58'	30°	57.7
70	34°59'	35°	70.0
80	38°39'	40°	83.9
90	41°59'	45°	100.0
100	45°00'	50°	119.2

La pendent de la vessant és una variable que condicionarà els processos erosius, l'edafogènesis, les funcions del sòl i els seus usos possibles així com el grau d'exposició de la vessant.

3.2.5 Longitud de la pendent

Longitud que presenta el tram de vessant que té la mateixa pendent. Aquest valor té influència en l'escolament superficial i els processos erosius.

3.2.6 Situació en la pendent

La situació en la pendent fa referència a la posició del perfil en la forma, de manera que tenim:

- Terç/meitat superior o part superior de la forma (vessant)
- Terç/meitat inferior o part inferior de la forma (vessant)
- Meitat de la forma (vessant)
- Límit de la forma (plataforma, fons)
- Centre de la forma (plataforma, fons)

3.2.7 Orientació

L'orientació és la direcció cap a la qual està encarada una vessant i pot expressar-se de manera simplificada (obaga-solana), mitjançant els punts cardinals o bé de manera més precisa en forma de graus (figura 5).

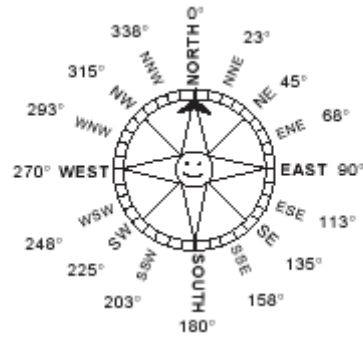


Figura 5: Relació entre els punts cardinals i els graus

Mesurarem l'orientació mitjançant una brúixola, col·locant-nos d'esquena a la vessant.

Quan la pendent pren valors molt baixos (<5%) l'orientació no té sentit i es diu, per exemple, que una plataforma està orientada a tots els vents.

L'orientació és un valor important perquè influeix en els valors d'ETP, el tipus de vegetació que s'estableix, etc.

3.2.8 Factor d'horitzó

El factor d'horitzó és l'angle vertical (zènit) existent entre la horitzontal i la visual que es llença cap a l'horitzó des d'un punt determinat. El factor d'horitzó s'ha de mesurar, al menys, en les vuit direccions bàsiques, de manera que tenim un zenit per a cadascuna (figura 6).

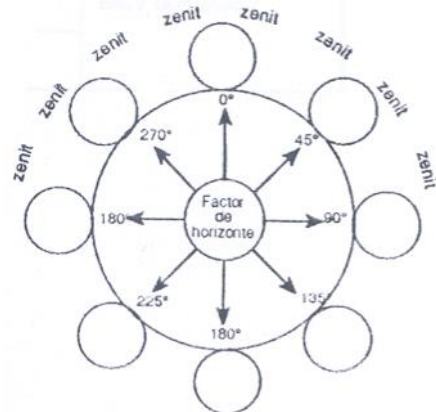
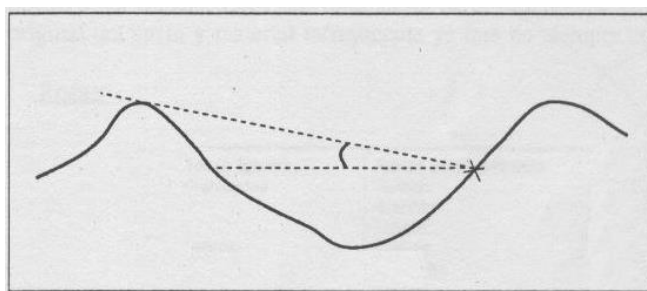


Figura 6: Factor d'horitzó (esquerra) i quadre per a la determinació del factor d'horitzó en 8 punts cardinals (dreta)

Per tal de mesurar aquests valors necessitarem un clisímetre i una brúixola. Amb la brúixola situarem els punts cardinals i aleshores començarem a mesurar, amb el clisímetre, el zenit en direcció N, que serà la lectura del clisímetre quan apuntem a l'horitzó en aquella direcció. Es repetirà aquesta operació per als 8 punts cardinals indicats com a mínim.

El factor d'horitzó s'interpreta com la protecció que té un determinat punt, en el nostre cas l'estació que estem estudiant, en front de l'acció del vent i la insolació. D'aquesta manera ens podem trobar amb una vessant que estigui orientada al sud però que no tingui les mateixes hores d'exposició al sol que una altra solana, perquè està envoltada de muntanyes en aquella direcció.

3.3 Dinàmica de la forma

En aquest apartat s'indiquen si apareixen processos erosius i/o de sedimentació dins de l'estació.

Podem trobar diferents tipus de processos erosius i/o de sedimentació caracteritzats per uns trets morfològics determinats (taula 2), que ens permetran identificar-los en camp.

Taula 2: Processos erosius i de sedimentació i trets morfològics per identificar-los.

	Procés	Trets morfològics
Moviment de partícules	Erosió per esquitx	Presència de pedestals de pedres o plantes.
	Erosió laminar difosa	Falta algun horitzó superficial. Distribució arquejada de partícules fines, cendres, restes orgàniques, etc. (sedimentació). Enriquiment d'elements grossos en superfície. A la base dels troncs dels arbres poden quedar les arrels al descobert cara avall de la vessant i material acumulat aigües amunt (sedimentació).
	Erosió per xaragalls	Solcs centimètrics acabats en petits conus de dejecció.
	Erosió per escorrancs	Incisions decimètriques i mètriques amb ruptura de pendent convexa
	Erosió per túnels	Galeries subsuperficials que afloren en escorrancs, barrancs o parets.
Moviments en massa	Reptació	Curvatura a la base dels troncs dels arbres. Inclínació de tanques, posts, etc. Descalçament vessant avall.
	Lliscament de roques	Ruptura de roques diaclasades i lliscament per la vessant.
	Lliscament de terres	Es sol produir amb pendents fortes i amb alguna ruptura de pendent brusca. En les fases inicials apareixen esquerdes arquejades a les parts elevades. Al produir-se deixa una cicatriu de lliscament.
	Altres: solifluxió gelifluxió, colades de terra i fang, etc.	



Figura 7: Pedestal d'herbes



Figura 8: Pedestals de pedres



Figura 9: Acumulació de material a la cara de vessant amunt dels troncs a causa de l'erosió laminar difosa.



Figura 10: Arrels descobertes vessant avall a causa de l'erosió laminar difosa.



Figura 11: Vessant afectada per processos d'erosió per escorrancs



Figura 12: Erosió per galeries subsuperficials o túnels

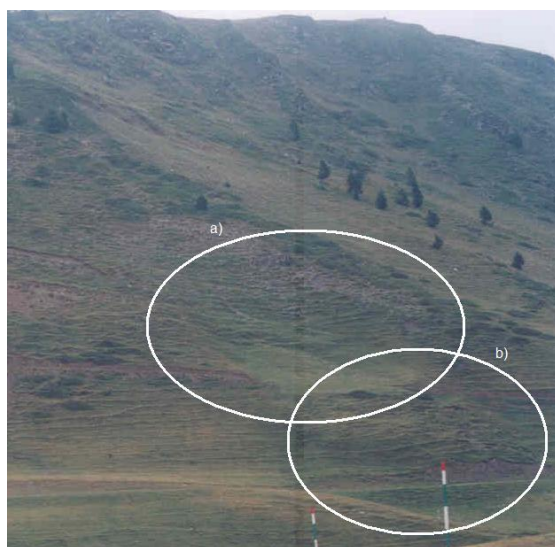


Figura 13: Lliscament de terres de la zona a) a la b).



Figura 14: Vessant afectada per processos de reptació. La base dels troncs està curvada.

3.4 Material originari del sòl

En aquest apartat s'ha de descriure el material originari del sòl, que és el material base sobre el qual actuen els processos formadors i que presumiblement ha originat el sòl

És important tenir clar que l'expressió “material originari” no es pot substituir per la de “roca mare” o “material subjacent” perquè, malgrat que el material originari pot ben bé ser una roca o el material subjacent del sòl, no sempre serà així, ja que enlloc d'una roca podrien ser col·luvis i el material subjacent podria no coincidir amb el material originari del sòl.

Tot i que aquest apartat figura a la capçalera de la fitxa, sempre va bé descriure el perfil abans d'omplir-lo perquè podem identificar propietats heretades o altres indicis que ens ajudin a entendre quin és el material originari del sòl. En aquest sentit, cal tenir en compte que el material originari influeix especialment en algunes propietats físiques del sòl (textura, elements grossos). Per altra banda, és important fixar-se en l'entorn i mirar d'esbrinar quins podrien ser els materials originaris en aquell context.

El material originari del sòl es pot classificar, en una primera aproximació, segons es tracti de material *in situ* (autòcton) o bé material transportat (al·lòcton).

- Material *in situ*
 - Roques ígnies
 - Cristalls gruixuts: granit, gradoniorita, diorita, gabro.
 - Cristalls fins i vidre: riolita, dacita, andesita, basalt.
 - Roques metamòrfiques
 - Laminars: pissarra, filita, esquist, gneis.
 - No-laminars: metaconglomerat, quarcita, marbre, corneana.
 - Roques sedimentàries
 - Terrígenes o detrítiques: conglomerat, arenisca, lutita (limolita i argilita). Aquestes es diferencien en funció de la mida de les partícules que les integren (del sediment original), d'aquesta manera el conglomerat està constituït per blocs, cantos i grava; l'arenisca per arena i les lutites per llim i argila.
 - Precipitats: calcària, dolomia.
 - Evaporítiques: guix, sals més solubles que el guix.
 - Material orgànic: turbera

- Material transportat
 - o Per l'aigua
 - Materials al·luvials: sediments transportats per un curs fluvial. Es troben a les terrasses actuals o passades dels rius.
 - Materials lacustres
 - Materials marins
 - o Per gravetat
 - Materials col·luvials
 - o Pel gel
 - Dipòsits glaciars (morrenes i till)
 - o Pel vent
 - Dipòsits eòlics (dunes...)
 - o En episodis volcànics
 - Materials piroclàstics (cendres volcàniques, lapilli)

És important incidir en alguns aspectes sobre les diferències entre material col·luvial i al·luvial. El material al·luvial és fàcilment distingible del col·luvial perquè presenta una morfologia arrodonida degut al transport hídric que ha patit, mentre que el col·luvial és més cantellut i angulós. Ara bé, un material pot haver patit un transport hídric inicial i un cop dipositat, haver estat transportat per gravetat a un altre punt, aleshores parlariem de material col·luvial però amb morfologia arrodonida.

D'aquesta manera, quan descrivim el material originari del sòl haurem d'indicar en primer lloc si es tracta de material *in situ* o bé material transportat i, a continuació, la seva litologia (no només la de les roques *in situ* sinó també la del material col·luvial o al·luvial, per exemple), tipus de transport...

3.5 Condicions de superfície

La cobertura de la superfície del sòl pot estar formada per vegetació i/o fragments de roca. En aquest apartat es descriurà el percentatge de cobertura de la pedregositat superficial i els afloraments rocosos i més endavant, a l'apartat de vegetació s'incidirà en el seu grau de cobertura, tot i que la interpretació s'ha de dur a terme globalment.

La pedregositat superficial expressa la proporció d'elements grossos que es troben a la superfície del sòl, i es pot quantificar per comparació amb les taules de la figura 15 o bé a través d'un transecte on contarem el nombre de punts on hem trobat pedres i farem el tant per cent segons el nombre de punts total del

mostreig (es realitzarà un transecte conjunt pedregositat superficial/vegetació per tal d'avaluar la cobertura total. Consultar apartat de vegetació nivell 2).

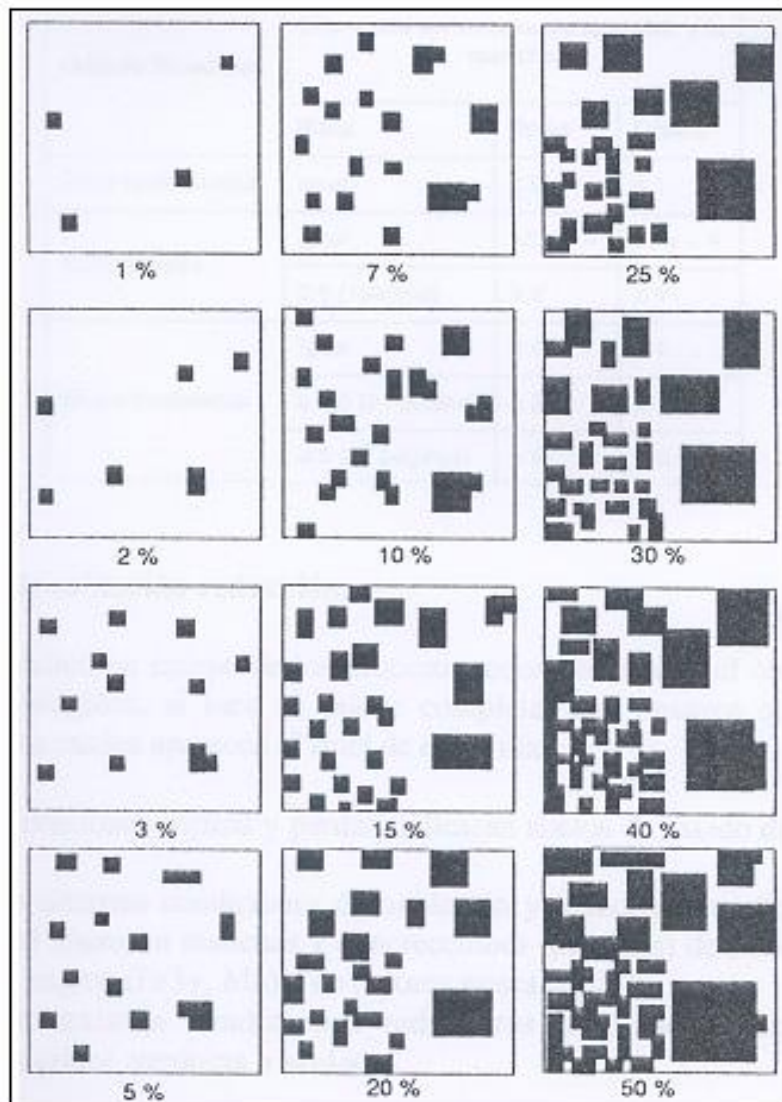


Figura 15: Exemples de percentatge de cobertura.

Dins de la pedregositat superficial distingirem entre graverositat, pedregositat i rocositat, segons la mida dels elements grossos, indicant el tant per cent de cobertura de cadascun, de manera que:

- pedregositat: $\varnothing < 6\text{cm}$
- graverositat: $6\text{cm} < \varnothing < 25\text{cm}$
- rocositat: $\varnothing > 25\text{cm}$

El percentatge de cobertura, juntament amb les seves característiques, és molt important alhora de determinar les propietats tèrmiques i de resistència

a l'erosió del sòl. En aquest sentit, la pedregositat superficial té un efecte sobre l'albedo i la superfície del sòl al actuar com a mulch, de manera que es redueixen les pèrdues d'aigua del sòl per evaporació, i per altra banda juga un paper molt important en la protecció del sòl contra l'erosió.

La presència d'elements de roca de mida de bloc ($\varnothing > 30\text{cm}$) s'haurà de tenir en compte, en l'àmbit forestal, donada la seva importància per a l'ús de maquinària pesada.

Els afloraments rocosos són parts d'una formació geològica (roca, mineral o fòssil) que apareixen en superfície i són directament accessibles i observables. En aquest cas únicament indicarem si apareixen o no afloraments rocosos en l'estació o les seves proximitats.

3.6 Condicions hidrològiques

Es descriurà si el nivell freàtic és accessible o inaccessible i, si és possible, la profunditat a la que es troba.

La presència de nivell freàtic fa que puguem tenir un sòl humit tot i que el clima atmosfèric sigui molt sec, de manera que l'edafoclima serà diferent al clima atmosfèric. Com a conseqüència s'hi desenvoluparà una vegetació típicament azonal, amb requeriments més alts d'humitat, com per exemple la riparia. Una bona interpretació dels elements del paisatge, i en especial de la vegetació, ens permetrà deduir la presència d'un nivell freàtic proper.

La presència d'un nivell freàtic alt durant períodes prolongats pot originar fenòmens de reducció al sòl. De la mateixa manera, la seva oscil·lació donarà lloc a processos de reducció-oxidació. Un sòl on el freàtic sigui baix, per altra banda, no sempre estarà en estat d'oxidació ja que la presència o no presència de freàtic no és l'únic factor que regula aquests processos. Un sòl mal drenat, per exemple, també pot donar lloc a estancaments d'aigua que el redueixin.

3.7 Vegetació

Depenent dels objectius del treball, la descripció de la vegetació pot ser més o menys acurada. Hi haurà casos, per exemple, on serà necessària la realització d'un inventari forestal. Aquí, els aspectes descriptius proposats són els següents:

- Fisonomia de la vegetació
 - Bosc (quan la fracció de cabuda de coberta sigui >70% aproximadament)
 - Escleròfil
 - Caducifoli
 - etc.
 - Matollar
 - Herbassar
 - Matollar arbrat
 - Herbassar arbrat
 - etc.
- Espècies i recobriment de cada estrat
 - Estrat arbori (>3m)
 - Estrat arbustiu alt (3-0,5m)
 - Estrat arbustiu baix (<50 cm)
 - Estrat herbaci
 - Estrat lianoide
 - Molses, líquens i falgueres.
 - Sòl nu o descobert

Nivell 1: S'indicaran les espècies de cada estrat i es donarà un recobriment aproximat de cadascun, diferenciant entre vegetació viva i morta, a partir de l'observació i comparació amb els percentatges de cobertura de la figura 15 (apartat 3.5). A l'apartat de sòl nu o descobert s'avaluarà el seu percentatge també per comparació amb la cobertura de la figura 15.

Nivell 2: S'indicaran les espècies de cada estrat i es realitzarà un transecte per tal d'avaluar el seu recobriment. A més a més, aquest transecte també ens servirà per determinar la pedregositat superficial i així tenir una idea global de la coberta del sòl de cara a realitzar interpretacions sobre els possibles processos erosius.

El transecte es durà a terme en dos recorreguts perpendiculars que travessin l'estació, estenent una cinta mètrica al llarg d'aquests, de manera que s'estimarà la quantitat d'individus (diferenciant entre vegetació morta i viva) de cada espècie, i segons l'estrat, interceptats en cada punt de mostreig, així com els diferents elements grossos (graverositat, pedregositat, rocositat) i finalment els punts on el sòl està totalment descobert.

La cobertura vegetal de cada estrat i la pedregositat superficial es quantificaran com a percentatge de punts interceptats sobre el nombre total de punts del mostreig (dependrà de la distància que establim entre punt i punt), de

manera que al final obtindrem un percentatge de cobertura del sòl i un de sòl descobert.

El percentatge de sòl nu o descobert és molt significatiu perquè malgrat que en molts casos la cobertura del sòl pot ser superior al 100%, aquesta no té per que ser uniforme espacialment i poden haver-hi zones totalment descobertes malgrat que en principi podríem pensar el contrari.

L'avaluació del percentatge de recobriment de la vegetació morta és interessant ja que aquesta constitueix també un element de cobertura del sòl, i influeix, per tant, en els processos erosius.

- Altres observacions

En aquest apartat podem indicar si, per exemple, hi ha variacions entre la vegetació de l'estació i la dels marges o proximitats d'aquesta (quines espècies apareixen i si el recobriment és similar o no, si la fisonomia és la mateixa...), si dins de l'estació la vegetació té una distribució particular (si hi ha espècies que es situen als límits i altres que només ho fan a l'interior...), etc.

3.8 Usos del territori i tecnologia de sòls

En el primer apartat es descriuran els usos actuals del territori i aquells antics usos dels que encara restin evidències.

Podem distingir varis tipus d'usos del territori, com per exemple el ramader, l'agrícola, el forestal, l'urbà, zona humida... Cadascun d'aquests usos generals es pot desglossar en usos més específics, de manera que, dins de l'ús forestal tindríem, per exemple, els boscos productors de fusta, els boscos protectors (per minimitzar l'erosió i/o maximitzar la qualitat de l'aigua), àrees protegides (Parcs Nacionals, Parcs Naturals, Paratges d'Especial Interès Natural, i altres figures de protecció), recreació, caça,...

La tecnologia del territori fa referència a totes aquelles pràctiques que suposen una manipulació de la vegetació, la topografia, el sòl i l'aigua per part de l'home. Algunes de les pràctiques que poden causar modificacions al sòl són, per exemple, les aclarides, les tales, les repoblacions (i els corresponents mètodes de preparació del terreny), treballs de drenatge (instal·lació de canals de drenatge...), etc.

4. DESCRIPCIÓ DEL PERFIL DEL SÒL

4.1 Obertura de la calicata

Quan anem a camp, ens podem trobar amb dues situacions. La primera, que es dóna principalment a l'àmbit agrícola, consisteix en obrir la calicata mitjançant la pala d'una retroexcavadora. En l'àmbit forestal, però, l'ús d'una d'aquesta màquina està limitat per la cobertura arbòria i altres condicionants del medi i en segon terme, i no menys important, pel seu cost. La calicata s'obrirà, en aquest cas, amb pic i pala.

La calicata s'obrirà deixant neta una de les seves cares i amuntgant el material en ordre, de manera que alhora de tancar-la els horitzons estiguin més o menys com abans.

Un cop oberta, s'observaran les diferents parets i es comprovarà que es tracta del mateix perfil. A continuació es netejarà una de les cares amb un ganivet i se li farà una fotografia amb el regle, o un element de mida coneguda, i un cartell on s'indiqui el codi de la descripció, la seva localització i la data, tal i com es mostra a la figura 16.



Figura 16: Fotografia d'una calicata, amb cartell i regle.

4.2 Criteris d'identificació d'horitzons

La identificació d'horitzons en un perfil es duu a terme després d'una primera observació, que es realitzarà abans de començar a descriure el perfil, on s'examinarà, a diferents profunditats, si hi ha canvis significatius en les següents propietats:

- Color: Es tracta del caràcter morfològic més evident alhora d'identificar horitzons. Els colors foscos solen indicar la presència de

matèria orgànica, les acumulacions blanquinoses corresponen a guix o carbonats, les acumulacions vermelloses a argila, etc.

- Estructura
- Textura
- Compacitat: Es clavarà el ganivet a diferents profunditats per tal d'intentar identificar diferències en aquesta propietat.
- Presència i comportament de les arrels (existència d'arrels, orientació, densitat, mida...)
- Elements grossos (percentatge, orientació, mida, distribució...)

Cal tenir en compte que no totes les propietats anteriors varien d'un horitzó a l'altre.

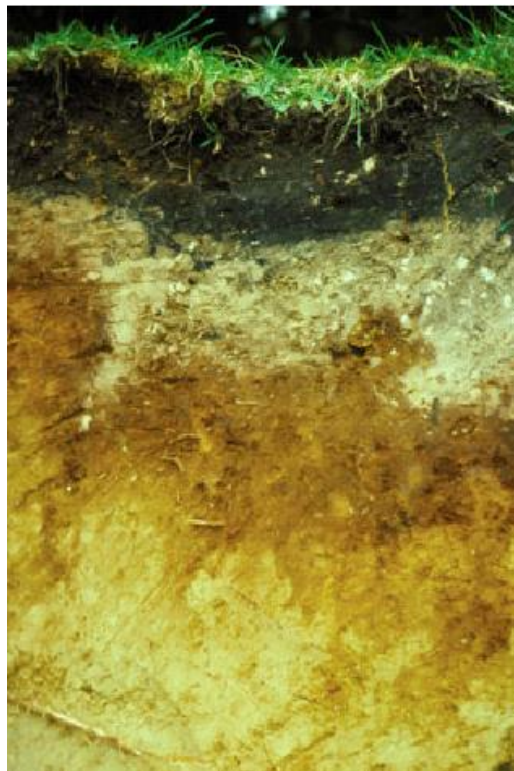


Figura 17: Podsòl amb quatre horitzons clarament diferenciables pel color (Hewitt, 2004)

Un cop s'han identificat els diferents horitzons s'indicarà la seva profunditat (mesurada des de la superfície del sòl mineral, de manera que els horitzons orgànics tindran valors negatius de profunditat) i s'annotarà a la fitxa. En el cas de l'últim horitzó que estem descrivint, com que no en podem conèixer la profunditat, s'anota 999 de manera normalitzada segons els criteris SINEDARES, o bé s'indica la fondària de la calicata. En alguns casos, ens podem trobar amb que un determinat horitzó tingui diferents profunditats,

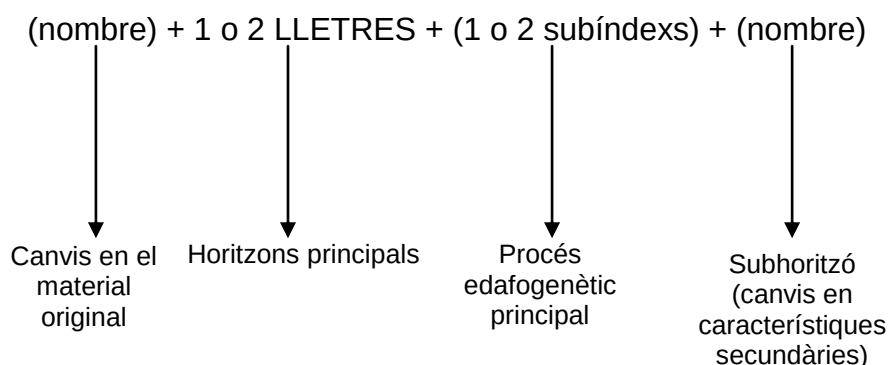
aleshores s'apuntaran totes i si el límit amb el següent horitzó és força complicat es pot realitzar un esquema indicant les profunditats mesurades.

A continuació es procedirà a la descripció dels diferents apartats de la fitxa realitzant les observacions horitzó a horitzó. Abans, però, es farà una primera aproximació dels horitzons genètics que podem identificar al perfil, per tal d'anomenar-los i a continuació poder descriure'ls. Segurament, a mida que anem descrivint els diferents apartats de la fitxa anirem modificant aquesta primera aproximació perquè ens n'adonarem que hi ha aspectes que no havíem contemplat.

4.3 Horitzons genètics

Els horitzons genètics són horitzons que es diferencien per criteris qualitatius sobre els processos formadors que els han originat.

4.3.1 Regles de nomenclatura



Horitzons principals

Horitzons edàfics

Horitzons orgànics:

- H** Horitzó format superficialment i dominat per material orgànic en condicions de saturació d'aigua durant llargs períodes. Horitzó de torberes.
- O** Horitzó format superficialment i dominat per material orgànic. Normalment no es troba saturat d'aigua, és a dir que predominen les condicions aeròbies. Conté un 20% o més de carboni orgànic, tal i com es pot observar a la gràfica de la figura 18. Horitzó típic de sòls de bosc.

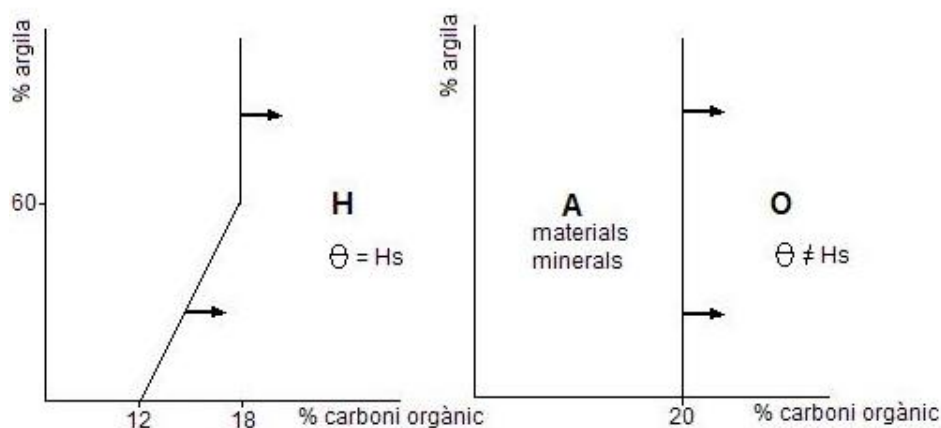


Figura 18: Denominació FAO d'horitzons O i H (Driesen *et al.*, 1991)

Horitzons minerals: contingut <20% en carboni orgànic

- A** Horitzó mineral format en superfície, o sota un horitzó O, que es caracteritza per la pèrdua de tota o gairebé tota l'estructura del material original (té estructura edàfica), i per l'acumulació de matèria orgànica humificada ben barrejada amb el material mineral i/o propietats derivades del conreu o el pasturatge. En aquest sentit, es considera que els horitzons A es poden haver format en condicions de vegetació permanent o de camp agrícola. En el primer cas l'horitzó A presenta un color fosc degut a l'acumulació de matèria orgànica, mentre que en el segon es caracteritza per l'estructura típica que li confereix l'arada, el fet que els horitzons inferiors quedin compactats... Els camps de conreu, però, no acumulen tanta matèria orgànica, de manera que el color de l'horitzó A no és tan fosc.

Tot i haver-se format en superfície, no tenen perquè estar-hi.

- E** Horitzó mineral format subsuperficialment, caracteritzat per la pèrdua de tota o gairebé tota l'estructura del material original, i la pèrdua d'argila silicatada, i/o ferro, i/o alumini. La pèrdua d'argila fa que la textura de l'horitzó sigui més grollera, mentre que la pèrdua de ferro o argila determina que tingui colors groguencs o grisencs (per falta del pigment vermell).
- B** Horitzó mineral format subsuperficialment, caracteritzat per la pèrdua de tota o gairebé tota l'estructura del material original i per alguna de les propietats següents:

- Concentració d'origen edàfic d'argila silicatada, ferro, humus, carbonats, guix, o alguna combinació d'aquests.
- Evidències de pèrdua de material (per exemple carbonats) que no sigui l'inclòs en la definició de l'horitzó E.
- Alteració que allibera òxids (dóna un color més vermell a l'horitzó) i forma una estructura granular, en blocs o prismàtica.
- Estructura forta o molt forta

Horitzons que representen material geològic

C Horitzó mineral poc afectat per processos edafogenètics, de manera que es manté l'estructura del material original en la major part del seu volum (>50%), excloent les roques dures. Exemples d'horitzons C serien sediments i roques no consolidades, és a dir materials geològics relativament tous i fàcilment excavables.

R Roca dura (calcàries, pissarres, guix...).

Sufixos utilitzats per descriure els processos edafogenètics principals (o característiques principals dels horitzons)

Sufixos utilitzats per als horitzons orgànics

El grau de descomposició, que és el criteri que estableix el Soil Taxonomy System per diferenciar entre les denominacions a, e i i, es pot avaluar a través del test de descomposició de la matèria orgànica (apartat 4.16.8).

- a** Material orgànic molt descompost (< 17% de fibres identificables)
- e** Material orgànic en estat de descomposició intermedi (17-40% de fibres identificables)
- i** Material orgànic poc descompost (>40% de fibres identificables)

Sufixos utilitzats en horitzons minerals

- b** (angl. *buried*) Horitzó enterrat
- d** Horitzó compactat
- g** (cèltic *gley*) Horitzó amb caràcters gleics (colors grisencs per saturació d'aigua durant llargs períodes).
- h** En endopedions, indica l'acumulació secundària de matèria orgànica; en epipedions indica enfosquiment per quantitats relativament altes de matèria orgànica.

k	(al. <i>kalk</i>) Acumulació edafogenètica de carbonats.
m	(angl. <i>massive</i>) Cimentació
n	(llat. <i>natrium</i>) Proporció alta de sodi intercanviable.
p	(ang. <i>plow</i>) Pertorbació per efecte del conreu o del pasturatge
s	Acumulació edafogenètica de complexos amorfs d'òxids de ferro i/o al·lumini i matèria orgànica.
t	(al. <i>ton</i>) Acumulació edafogenètica d'argila silicatada
w	(ang. <i>weathering</i>) Desenvolupament d'estructura o color
y	(cast. <i>yeso</i>) Acumulació edafogenètica de guix
z	Acumulació de sals més solubles que el guix

4.4 Estat d'humitat

L'estat d'humitat fa referència a les condicions d'humitat de l'horitzó en el moment de descriure el perfil.

S'indicarà en quin dels cinc estats d'humitat proposats (segons SINEDARES) es troba cada horitzó a partir de la sensació de fred/calor i altres criteris, en funció de la textura de l'horitzó, que es mostren a la taula 3.

Taula 3 : Criteris d'identificació i descripció de l'estat d'humitat. SINEDARES

		Estat d'humitat				
		Sec	Lleugerament humit	Humit	Mullat	Saturat
Contingut d'aigua (kPa)		<-1500	-33 a -1500	-33	>-33	
Textura	Grollera o moderada ment grollera	Grans solts. Es disgrega entre els dits.	No es pot formar una boleta.	Es pot formar, amb dificultat, una boleta que es disgrega fàcilment.	Sòl mullat. No escurreix aigua quan el pressionem amb la mà però hi deixa una petjada humida. No canvia de color si hi afegim una gota d'aigua.	Si pressionem una mostra de sòl amb la mà escurreix aigua. A les turberes es descriurà com a saturat si el nivell freàtic es troba dins dels 20 cm superiors del material.
	Mitjana	Pulverulent, a vegades en crostes que es redueixen a pols quan es trenquen.	La boleta es desfà però es manté relativament compacta sota pressió.	Es pot formar una boleta modelable. Untuosa si és més argilosa.		
	Fina o molt fina	Dur, molt ressec, esquerdat, a vegades amb crostes superficials que es disgreguen.	Es pot modelar lleugerament, es pot formar una boleta al pressionar.	Es forma un cilindre fàcilment si s'amassa entre els dits. Tacte untuós.		
Sensació al tacte		Calent si l'apretem contra la mà.	Fred. Sòl sec en aparença.	Fred.		

4.5 Color

El color és una propietat morfològica del sòl que permet inferir algunes de les seves propietats, com ara el contingut de matèria orgànica, el contingut i estat dels òxids de ferro o l'estat d'oxido-reducció. Generalment es descriu el color de la matriu si bé també es pot descriure el de les taques, les acumulacions, les cares d'agregats, i altres trets edàfics.

El color es pot llegir en sec o bé en humit, indicant sempre quina de les dues opcions s'ha seguit.

Els colors es defineixen mitjançant tres coordenades, per exemple 10YR/3/5.

- Matís: color espectral dominant. Expressa la longitud d'ona dominant de la radiació reflexada. (10YR) Y=yellow, R=red, etc.
- Lluïssor: Grau de fosc/claror del color. Expressa la proporció de llum reflexada (albedo) i varia segons el sòl estigui humit o sec. (3)
- Croma o intensitat cromàtica. Puresa relativa del color del matís que es tracti. (5)

Per a una correcta descripció del color s'utilitzen les Taules Munsell (Munsell Color Company, 1975). Cadascuna de les pàgines de la taula (figura 19) correspon a un matís determinat i hi apareixen dos eixos; l'eix x correspon a la croma, que augmenta d'esquerra a dreta, l'eix y, per altra banda, correspon a la llüïssor, que augmenta de baix a dalt.

El procediment que cal seguir per a determinar el color, en humit, de la matriu d'un determinat horitzó, consisteix en agafar un agregat de sòl i mullar-lo. Un cop ha desaparegut la làmina d'aigua de la superfície recentment humectada, sense trencar l'agregat, es procedeix a la lectura del color a les Taules Munsell. En primer lloc s'ha de buscar quin és el matís observant i comparant els colors de les diferents pàgines. Un cop s'ha determinat el matís només resta buscar la llüïssor i la croma, també per comparació. Hi ha casos on la llüïssor i la croma poden no coincidir amb un número concret sinó que més aviat són un intermedi, aleshores es posarà, per exemple 2,5 si està entre el 2 i el 3.

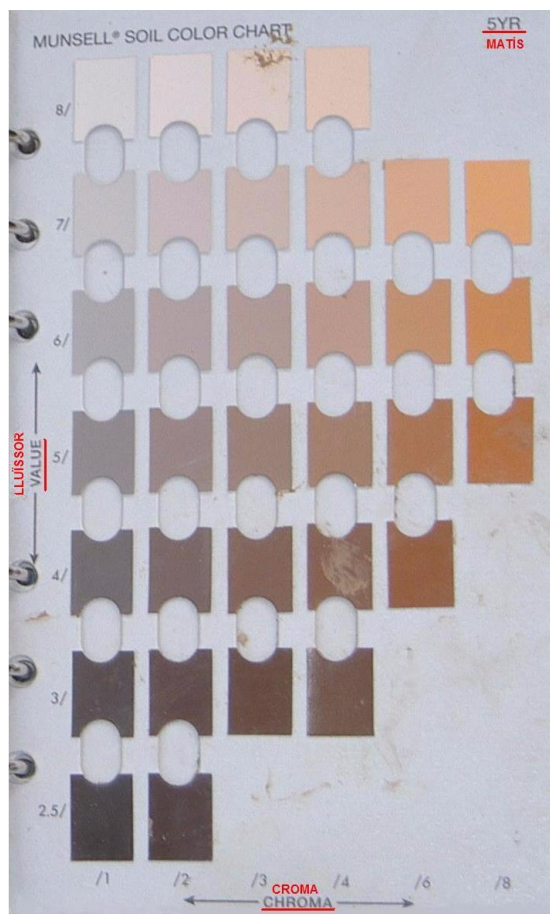


Figura 19: Pàgina corresponent al matís 5YR de la taula Munsell

4.6 Taques

Les taques són aquells canvis repetitius en el color dominant de l'horitzó. La presència o no de taques, així com les seves característiques, està relacionada amb el règim d'humitat, comportament i gènesis del sòl. En aquest context, alhora d'identificar l'origen de les taques cal anar amb compte perquè aquestes poden ser heretades del material originari o bé constituir trets redoximorfs. En aquest segon cas, la presència o no de taques d'aquest tipus ens proporcionarà informació sobre les condicions de drenatge del sòl.

La identificació de les taques no sempre és fàcil. Una bona manera de veure si n'hi ha és fent un tall amb un ganivet sobre una mostra i mirar si apareixen esteles de color negre.

Sobre les taques es descriurà:

- Naturalesa (oxidació, reducció, redox, meteorització, decoloració, matèria orgànica, fauna, inclusions d'altres horitzons).
- Proporció: S'estima a partir de l'observació i la comparació amb la figura 7 (apartat 3.3), i s'avalua d'acord als criteris de la taula 4.

Taula 4: Avaluació de la proporció de taques segons criteris FAO, NRCS i SINEDARES.

Font	Criteri	Descripció
NRCS, 2002 FAO, 1990	< 2% 2-20% > 20%	Poques Freqüents Moltes
SINEDARES	0% < 1% 1-2% 2-20% 20-50% >50%	Inexistents Molt escasses Escasses Freqüents Abundants Molt abundants

- Mida: Es poden descriure atenent a dos criteris diferents, SINEDARES o FAO (1990) i SSDS (1993). Els diferents criteris al establir els límits no afecten a les interpretacions (taula 5).

Taula 5: Descripció de la mida de les taques segons els criteris FAO i SINEDARES.

Criteri SINEDARES	Descripció	Criteri FAO (1990) i SSDS (1993)
< 1mm	Extremadament petites	
1-2mm	Molt petites	< 2mm
2-5mm	Petites	2-6mm
5-15mm	Mitjanes	6-20mm
> 15mm	Grans	> 20mm
< 2mm	D'extremadament petites a molt petites	
< 5mm	D'extremadament petites a molt petites	

- Color: Es descriu amb les Taules Munsell.
- Nitidesa del límit: La nitidesa del límit es descriu a partir del criteri que es mostra a la taula 6.

Taula 6: Criteri de descripció de la nitidesa del límit

Font	Criteri	Descripció
SSDS, 1993 FAO, 1990 SINEDARES	-La gradació de color no es distingeix a simple vista. -El color canvia en 2mm. -El color canvia en més de 2mm.	- Abrupte -Net -Difós

- Forma: Les taques poden tenir forma irregular, arrodonida, d'estela horitzontal, d'estela vertical, de ratlla, en bandes, dendriforme, de llengua, en vetes, etc.
- Distribució relativa: Les taques poden estar associades a les cares dels elements de l'estructura, als porus, a les arrels, a la base d'un horitzó, etc.
- Contrast: Es pot descriure a partir del criteri SINEDARES, que es mostra a la taula 7.

Taula 7: Criteri de descripció del contrast

Criteri SINEDARES	Diferència entre el color de la matriu i el de la taca		
	Matís	Lluïssor	Croma
Poc contrastades	Igual	≤ 2	≤ 1
Contrastades	Igual	2-4	1-4
	2,5 (1 pàgina)	≤ 2	≤ 1
Molt contrastades	Igual	≥ 4	≥ 4
	$\geq 2,5$ (≥ 1 pàgina)	≥ 2	≥ 1
	≥ 5 (≥ 2 pàgines)	$= 0$	$= 0$

4.7 Estat d'oxidació-reducció

Es dedueix, a camp, a partir del color de la matriu i la presència/absència de taques de reducció o reducció-oxidació, de manera que:

- Estat d'oxidació: la matriu té colors marronosos, vermellosos o grogosos. No hi ha taques.
- Estat d'oxidació-reducció (alternança de condicions d'oxidació i reducció, amb predomini de les primeres, degut per exemple a l'oscil·lació de la capa freàtica): la matriu té colors marronosos, vermellosos o grogosos. Presència de taques.
- Estat de reducció-oxidació (alternança de condicions d'oxidació i reducció, amb predomini de la reducció): La matriu presenta colors grisosos o verdosos. Presència de taques.

- Estat de reducció: La matriu té colors grisos o verdosos. No hi ha taques.



Figura 20: Perfil amb un horitzó gris en profunditat indicatiu de saturació prolongada d'aigua. Un horitzó motejat ocupa normalment la part superior del gris, tal i com passa en el perfil de la figura, i indica que el nivell d'aigua puja intermitentment a prop de la superfície.

4.8 Classe de drenatge del perfil

La classe de drenatge del perfil és una avaluació qualitativa de la capacitat del perfil per transmetre l'aigua que rep, i ve determinada per un conjunt de propietats com per exemple l'estructura, la textura, la porositat, l'existència d'una capa impermeable, la permeabilitat, la posició del sòl al paisatge, etc. L'existència d'una capa o horitzó de diferent permeabilitat a una certa profunditat frenarà l'avanç del front d'humectació, provocant un mal drenatge, si el sòl rep aigua.

La classe de drenatge tradicionalment no ha diferenciat amb precisió entre condicions hidrològiques, permeabilitat, continguts d'aigua i condicions actuals d'aïreació dels sòls. Per exemple un sòl molt permeable de textura grollera situat en una depressió humida que es classifica com de molt mal drenatge. En aquest sentit és interessant considerar la permeabilitat, la qual es refereix a la rapidesa i extensió de l'eliminació d'aigua dins del perfil del sòl.

La presència d'evidències redox, taques, etc., pot, però no sempre, reflexar les condicions del drenatge, ja que el motejat pot ser un tret no actual, relíctic. S'ha d'integrar la informació de les característiques morfomètriques dels sòls, topogràfiques i ecofisiològiques de la vegetació i els cultius.

El drenatge està afectat per diversos atributs. L'estimació del drenatge intern inclouria la ponderació d'informació sobre: estructura, textura, porositat, conductivitat hidràulica i capacitat de retenció d'aigua; mentre que el drenatge

extern estaria controlat per la qualitat de l'aigua, evapotranspiració, i posició en el paisatge.

Els materials originaris dels sòls poden emmascarar l'avaluació de les condicions de drenatge. El cas més freqüent són els materials o fragments clàstics de roques en estat geològic de reducció.

La vegetació pot ser un indicador integrador de les condicions, molts cops variables o estacionals, de les condicions reals d'aïració. D'aquesta manera, la vegetació de les parcel·les estudiades ens informa de les esmentades condicions.

Les evidències morfològiques dels sòls i dels materials geològics poden estar associats a condicions no actuals. La vegetació pot ser un indicador útil per a detectar aquest tipus de situacions, aparentment contradictòries. S'ha d'avaluar la presència d'espècies vegetals i de fauna que impliquen condicions d'aïració malgrat les evidències morfològiques de taques i altres que podem trobar en el perfil, i que indiquen processos de reducció.

La classe de drenatge del perfil es pot definir, de manera simplificada, a partir de la seqüència de colors de les matrius dels horitzons, la presència/absència de taques d'oxido-reducció (és a dir que en primer lloc s'avaluarà l'estat d'oxido-reducció de cada horitzó) i la profunditat en que apareixen. Els criteris proposats per a la seva avaluació són els que es mostren a la taula 8.

Taula 8: Criteris d'avaluació de la classe de drenatge

Criteri	Classe de drenatge
Sense taques als primers 100 cm o fins a un 2% entre 60 i 100 cm. Predomini de les condicions d'oxidació fins, com a mínim, un metre de fondària.	Ben drenat
Presència de taques fins un 2% als 20 cm superficials.	Moderadament ben drenat en superfície
Presència de taques en un 2-20% entre els 60 i els 100 cm.	Moderadament ben drenat
Presència de taques en més d'un 2 % als 20 cm superficials.	Imperfectament drenat en superfície
Presència de taques entre la base de l'horitzó A i 60 cm.	Imperfectament drenat
Presència de taques de cromat inferior a 2 abans de 60 cm.	Pobrament drenat
El nivell freàtic sense oxigen es troba en superfície durant llargs períodes de temps. Les condicions de reducció predominen molt a prop de la superfície o directament a la superfície.	Molt pobrament drenat

4.9 Granulometria

La granulometria és la proporció relativa, en pes, de les diferents fraccions de mida de les partícules inorgàniques del sòl. Les fraccions de mida superiors

a 2mm de diàmetre s'agrupen a la classe d'elements grossos, mentre que les de diàmetre inferior constitueixen la fracció fina o terra fina, que forma la matriu del sòl i es divideix, alhora, en les fraccions d'argila ($<2\mu\text{m}$), llim ($2\text{-}50\mu\text{m}$) i sorra ($50\text{-}2000\mu\text{m}$).

4.9.1 Textura

La textura és la proporció (percentatge en pes) de cadascuna de les fraccions de la fracció fina del sòl (argila, llim i sorra).

Per a la determinació de la textura en camp es seguiran els següents passos:

- Agafar una mostra de sòl que ens càpiga al palmell de la mà (aproximadament 20-30g).
- Retirar els elements grossos ($>2\text{mm}$) així com el material vegetal viu i mort.
- Afegir-hi aigua desmineralitzada i amassar amb una espàtula o ganivet, eliminant els elements grossos que encara puguin aparèixer i desfent els agregats.
- Homogeneïtzar la mostra i afegir-hi aigua fins que arribem al punt d'adherència (es pot amassar i no esurreix aigua). Si la mostra està massa humida afegir-hi sòl i amassar de nou.
- Elaboració de cilindres i anells (*TAMES, 1948*). Agafar una petita quantitat de la mostra i reservar la resta humitejada. Sobre una superfície llisa (plàstic dur, per exemple) s'intentarà realitzar, afegint aigua si és necessari i la mostra s'asseca, un cilindre de 3mm de diàmetre i, si s'aconsegueix, un d'1mm de diàmetre. A continuació es mirarà de fer un anell amb cadascun d'aquests cilindres. Tal i com s'observa a la figura del triangle textural USDA (figura 22), el fet que puguem o no construir un determinat cilindre o anell marca els següents límits:
 - No es pot fer el cilindre de 3mm: tenim més d'un 80% de sorra
 - Podem fer el cilindre de 3mm
 - No podem fer l'anell de 3mm ni el cilindre de 1mm: tenim entre un 65 i un 80% de sorra.
 - Podem fer el cilindre de 1mm

- No podem fer l'anell de 3mm: tenim entre un 40 i un 65% de sorra.
 - Podem fer l'anell de 3mm: tenim entre un 20 i un 40% de sorra.
 - Podem fer l'anell de 1mm: tenim entre un 0 i un 20% de sorra.
- Elaboració de cintes (*J. Agronomic Education*, 5: 54-55. –1985-). Agafem uns 25 grams del material que havíem reservat, amb un contingut d'aigua lleugerament més sec que en el punt d'adherència, i fem una bola. Col·loquem la bola entre els dits índex i el polze, exercint una suau pressió cap amunt amb el polze de manera que es formi una cinta d'espessor i amplada més o menys uniforme, que deixarem que emergeixi per damunt de l'índex fins que es trenqui (veure figura 21). És important no evitar que la cinta es trenqui.



Figura 21: Elaboració de la cinta

Tal i com es mostra al triangle textural USDA, el fet que puguem o no realitzar la cinta d'una certa longitud determinarà els següents límits:

- Es forma una cinta de moderada consistència i longitud > a 2,5 cm abans de trencar-se
 - No: Tenim entre un 0 i un 20% d'argila (80-100% de llim)
 - Sí: Tenim entre un 20 i un 40% d'argila (60-80% de llim)

- Es forma una cinta de forta consistència i longitud $> 5\text{cm}$ abans de trencar-se.
 - Sí: Tenim entre un 40 i un 100% d'argila (0-60% de llim)

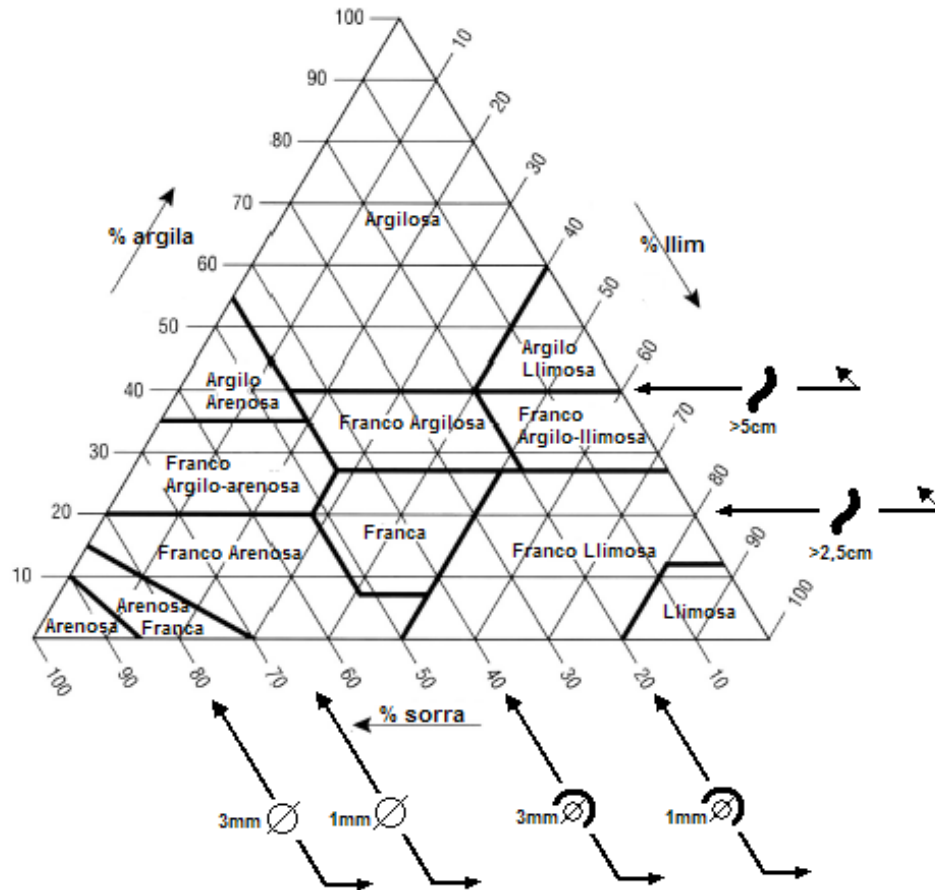


Figura 22: Triangle textural U.S.D.A

- A continuació, si els dos límits anteriors no defineixen una classe textural concreta o no ens queda del tot clar, s'acabarà de definir la textura a través de l'observació de les propietats intrínseques de les fraccions granulomètriques fines extremes, que són les que es mostren a la taula 9.

Taula 9: Propietats intrínseques de les fraccions granulomètriques fines extremes.

PROPIETAT	Argila	Llim	Sorra
Tacte en sec	Presència d'agregats molt durs, difícils d'amassar.	Suau, semblant al de la farina i el talc.	Aspre.
Tacte en el punt d'adherència	Espès.	Plastilina. Sedós. Untuós.	Aspre.
Tacte amb un excés d'aigua	No detectable.	Molt suau.	Aspre.
Tacte del material que s'ha assecat a la mà.	Aspre i dur per aglomeracions del material edàfic.	Suau al fregar. Sensació del talc o farina.	Aspre pels grans individuals, visibles.
SO (EN SEC I EN EL PUNT D'ADHERÈNCIA).	No	No	Cruixent. Clarament audible quan freguem el material entre les mans. El so és funció de la mida dels grans de sorra.
Adhesivitat en el punt d'adherència.	Molt elevada. Costa separar els dits després de pressionar. S'enganxa.	Nul·la	Nul·la
Plasticitat (només en condicions de camp)	Molt plàstic. Si fem un cilindre de 4cm de llarg i 2mm de diàmetre no es trenca quan el deixem penjar.	Plasticitat intermèdia. Es pot construir un cilindre de 2mm de diàmetre i 4cm de llarg però es trenca quan el deixem penjar.	NO PLÀSTIC
Visibilitat directa dels grans. Visibilitat després de rentat.	Visió directa: Nul·la	Visió directa: Nul·la	Visió directa: Clarament visibles.
	Lupa (x10): Nul·la	Lupa (x10): Visibles les mides superiors	Lupa (x10): visibles. Identificació dels minerals després d'un rentat.
Addició necessària d'aigua	Alta	Mitja	Baixa
Facilitat per a la neteja de les mans	Baixa amb aigua i sabó. Les mans estan tacades amb una pel·lícula vermellova.	Intermèdia, es netegen amb aigua i sense sabó.	Alta, fregant en sec.

4.9.2 Elements grossos

Els elements grossos són els fragments de roca o mineral de diàmetre aparent superior a 2mm. És important no confondre'ls amb les acumulacions discretes, que es descriuran en un apartat separat.

Els elements grossos ocupen un volum de sòl que deixarà de ser explorable per a les arrels i que, per altra banda, deixarà de retenir aigua, de manera que la CRAD serà inversament proporcional al seu percentatge en volum.

Dels elements grossos es descriurà:

- **Proporció:** S'expressa en percentatge en volum per a cadascun dels horitzons. Aquest percentatge es pot estimar a partir de l'observació i la comparació amb la figura 15 (apartat 3.5), i s'avalua d'acord al criteri SINEDARES (taula 10).

Taula 10: Avaluació del percentatge d'elements grossos segons el criteri SINEDARES.

Criteri SINEDARES	Descripció
0%	Inexistents
<1%	Molt pocs
1-5%	Pocs
6-15%	Freqüents
16-35%	Molt freqüents
36-50%*	Força abundants
50-70%*	Abundants
70-90%*	Molt abundants
>90%*	Fragmental

* Intervals modificats

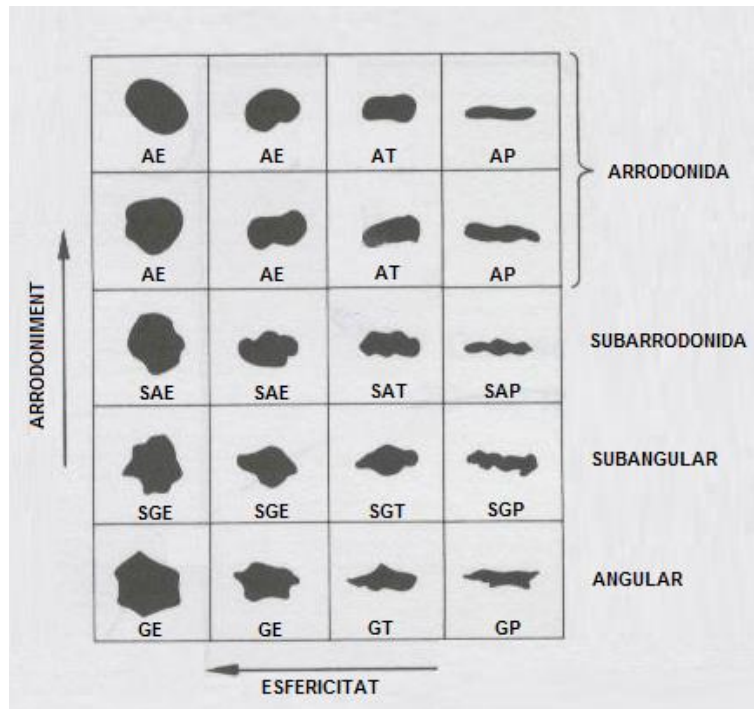
- **Heterometria:** Si hi ha diferències clares de mida, morfologia, naturalesa, orientació o en qualsevol dels trets descrits és convenient fer la descripció per a cadascun d'ells.
- **Mida:** es descriu la mida o interval de mides (de graveta a blocs, per exemple) modal. El criteri per descriure la mida dels elements grossos és el que es mostra a la taula.

Taula : Criteri de descripció de la mida dels elements grossos.

Criteri Mida dels elements grossos (cm)	Descripció
0,2-0,6	Graveta
0,6-0,2	Grava mitjana
2,0-6,0	Grava grossa
6,0-25	Còdols
25-60	Blocs
>60	Blocs molt grans

- **Forma:** Es descriu atenent a l'arrodoniment i l'esfericitat que presenten i es determina per comparació amb els elements de la figura 23. La forma dels elements grossos proporciona informació

sobre la seva procedència i condicions de transport, si és que n'ha patit.



- Orientació: Es descriu:
 - o Sense orientació definida
 - o Orientació horitzontal
 - o Orientació vertical
 - o Orientació obliqua
 - o Imbricats

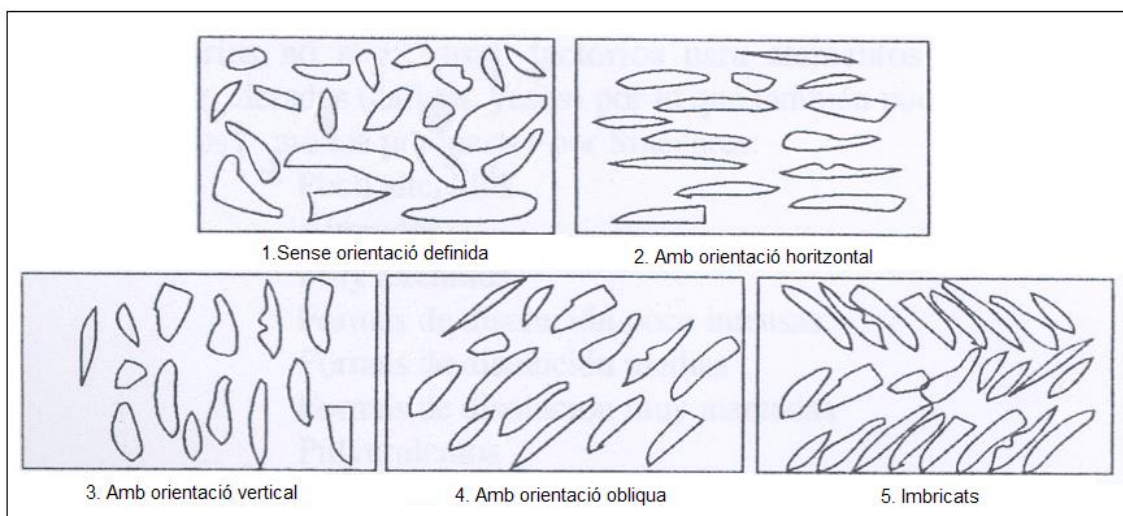


Figura 24: Diferents orientacions que poden presentar els elements grossos.

- Distribució: es descriu:
 - o Regular
 - o Irregular
 - o En un pla
 - o En lleties
 - o A la base de l'horitzó
 - o Augmentant en profunditat
 - o Disminuint en profunditat

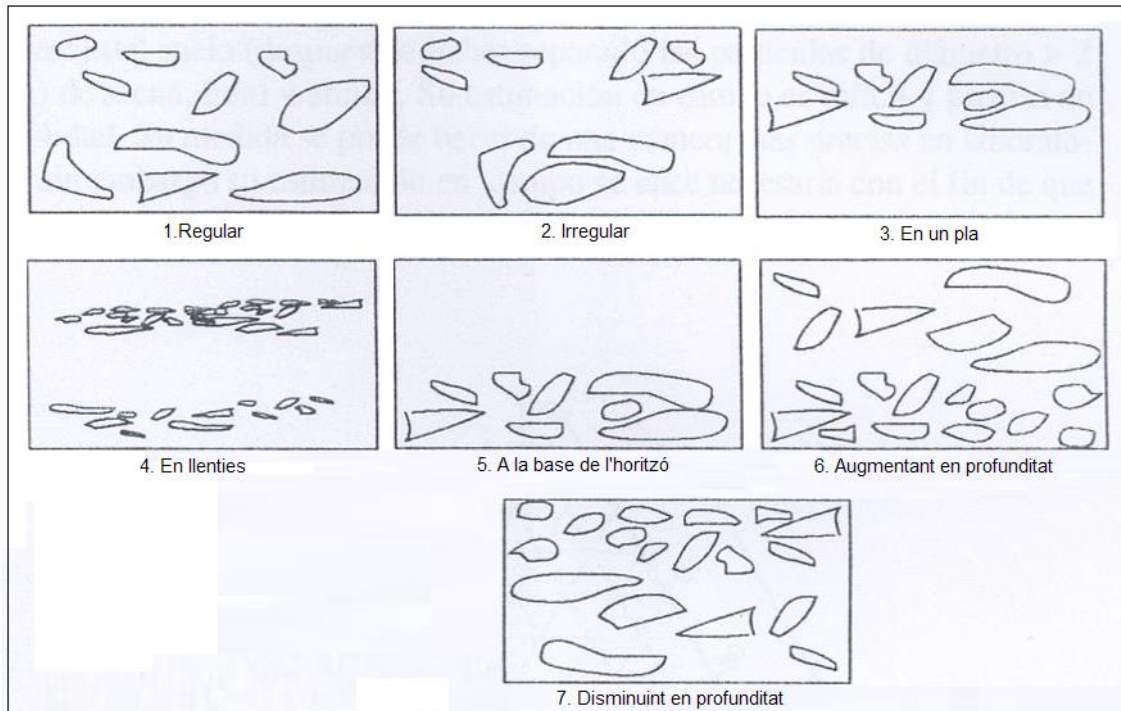


Figura 25: Distribució dels elements grossos

- Grau d'alteració o meteorització. Els criteris per descriure el grau d'alteració dels elements grossos són força subjectius. FAO (1990) proposa tres estadis d'alteració, de manera que els elements grossos poden classificar-se com:
 - o No alterats: Els elements grossos no presenten o bé tenen molts pocs trets d'alteració.
 - o Alterats: Decoloració i pèrdua de la forma dels cristalls a la part externa dels elements grossos, mentre que a l'interior romanen frescos.
 - o Fortament alterats: Gairebé tots els minerals estan alterats, els elements grossos es desintegren sota una lleugera pressió.
 Aquests criteris però, no resulten del tot satisfactoris quan els elements grossos presenten solubilitats moderades (com per exemple

els que tenen litologia calcària o de guix). Altres criteris útils són els proposats per SINEDARES:

- Poc alterats
 - Alterats
 - Molt alterats
 - Formes de dissolució poc intenses
 - Formes de dissolució mitges
 - Formes de dissolució molt marcades
 - Pulverulents
- Naturalesa o litologia: La litologia dels elements grossos es descriu seguint els mateixos criteris que es fan servir per descriure la del material originari del sòl (apartat 3.5).

La litologia dels elements grossos dels diferents horitzons ens permet fer inferències sobre la gènesis del sòl. Quan els elements grossos presenten una litologia diferent en un horitzó i un altre, podem pensar en que el material original de cadascun és diferent, per exemple.

4.10 Estructura

L'estructura és una propietat que ens permet diferenciar un sòl d'un material geològic (roca o sediment). En aquest sentit es distingeix entre estructures apedials (no edàfiques o bé artificials), com la dels afloraments geològics, la sorra de platja, o les estructures creades després de llaurar la terra, i pedials (edàfiques naturals).

L'estructura descriu la forma en que les partícules individuals s'agreguen en unitats de mida més gran, o agregats estructurals, i l'espai de forats associats a ells. La cohesió entre les partícules que formen els agregats és més gran que l'adhesió entre aquests, de manera que estan separats entre si per superfícies de debilitat, i això comporta que, sota pressió, la massa de sòl tendeixi a trencar-se al llarg de determinats plans de ruptura.

Quan parlem d'estructura ens referim, per tant, a la forma, mida i grau de desenvolupament dels agregats de partícules elementals (pedialitat), si n'hi ha, i a la disposició espacial d'aquests agregats, incloent la descripció d'espais buits (porus i fissures) entre i dins dels agregats.

La importància dels agregats, i en especial de la inestabilitat estructural, recau en que aquests determinen l'existència d'un espai de forats que permet el moviment de l'aigua i la vida de les arrels i organismes edàfics.

De l'estructura es descriu:

- Grau de desenvolupament o pedialitat: Quan més alt sigui el grau de desenvolupament de l'estructura més fàcil serà distingir o diferenciar els agregats i més marcades estaran les superfícies de debilitat entre ells. Si agafem un tros de sòl de l'horitzó (mitjançant una piqueta) i intentem separar-lo, quan més marcades estiguin les superfícies de debilitat, i per tant més alt sigui el grau de desenvolupament de l'estructura, veurem que el sòl es “separa per on ell vol”, és a dir pels plans de contacte entre agregats. En canvi, quan el grau de desenvolupament és més baix, quan exercim força es trencarà per allà on nosaltres li marquem, no tindrà superfícies preferents de ruptura. Es descriu d'acord als criteris de la taula 11.

Taula 11: Criteris de descripció dels grau de desenvolupament de l'estructura o pedialitat

Tipus d'estructura	Grau de desenvolupament	Descripció
Apedial Conté menys del 15% d'agregats pedials	Granular simple o sense estructura	Grans solts, >85% de partícules elementals entre sorra i grava gruixuda. Sense elements fins. Típic d'horitzons arenosos.
	Estructura contínua o massissa	Sense agregats. Bloc que no es parteix per línies diferencials. No presenta fractures espaiades menys de 20cm.
Pedial Conté més del 15% del material organitzat en agregats pedials.	Molt dèbil	Superfícies de debilitat entre agregats molt poc marcades. Agregats molt poc diferenciats.
	Dèbil	Superfícies de debilitat entre agregats molt poc marcades. Agregats molt poc diferenciats.
	Moderada	Agregats ben formats i ben delimitats per plans.
	Forta	Agregats estructurals separats per plans ben definits.
	Molt forta	Agregats estructurals separats per plans molt ben definits.

Hi ha casos però, en els que la determinació de l'estructura resulta impossible i cal recollir-ho a la descripció:

- Sense estructura per abundància d'elements grossos
 - Sense estructura per excés d'humitat
 - Sense estructura pedial per llaurat (a horitzons Ap recentment llaurats)
 - Material geològic en més d'un 50%, per tant estructura majoritàriament apedial.
- Forma dels agregats (tipus d'estructura): La forma dels agregats estructurals es descriu en base a les relacions relatives entre la longitud dels tres eixos que els defineixen. Segons això es poden diferenciar les morfologies que apareixen a la figura 26.

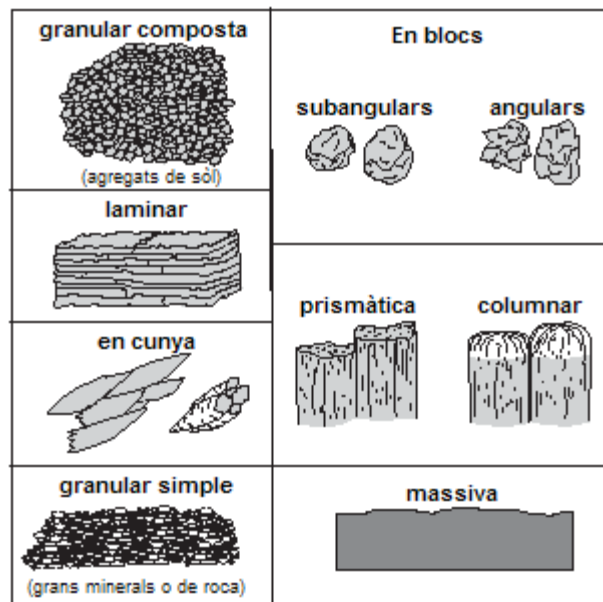


Figura 26: Formes estructurals

a) Els tres eixos tenen una longitud similar?

a. Sí

- Granular composta (figura 27): Els agregats presenten una forma esferoidal. La seva formació està associada a l'activitat biològica intensa i la presència de matèria orgànica.
- Esponjosa : Granular composta porosa.
- Granular simple: Tipus d'estructura que es diferencia de la granular composta perquè els grans no són agregats sinó fragments minerals o de roca.

- En blocs:
 - Angulars (figura 29): Agregats polièdrics, amb arestes agudes. Les cares dels agregats són aplanades i els vèrtexs angulosos.
 - Subangulars: Semblants als angulars però amb els vèrtexs arrodonits. Estructura típica de sòls de zones semiàrides i àrides pobres en matèria orgànica.
 - En cunya: Els agregats tenen els tres eixos de dimensions similars tot i que n'hi ha un d'ells que predomina lleugerament. Presenten cares generalment planes, a vegades polides, i arestes vives. Normalment prenen una orientació obliqua. Es formen a les superfícies de lliscament (slickensides), als Vertisòls
- b. No
- i. Hi ha dos eixos preferents
 - Laminar (figura 28): L'eix vertical és molt més curt que els altres dos. És un tipus d'estructura que pot ser heretada de materials dipositats, que vingui de la sedimentació, o bé s'hagi format per processos de gel-desgel. Impedeix la penetració vertical de les arrels, l'aigua i l'aire.
 - Lenticular: Els agregats presenten forma de lleties. Es forma en alguns fragipans.
 - ii. Hi ha un eix preferent
 - Prismàtica (figura 30): Es caracteritza perquè els agregats presenten un eix vertical més gran que els altres dos, i les arestes són agudes. La seva formació està lligada a la presència d'esquerdes de retracció vertical, que constitueixen els plans de debilitat dels agregats, en horitzons rics en argila.
 - Columnar: Es caracteritza perquè els agregats tenen una forma prismàtica però amb la part superior arrodonida. Es forma en alguns horitzons nàtrics.

A més a més, es consideraran:

- Els bioagregats. També es tindran en compte tot i que, donat que tenen força entitat, es descriuran a l'apartat d'activitat biològica.
- Selfmulching en superfície. Es tracta d'agregats fragmentats en superfície degut a la presència d'argiles expandibles.

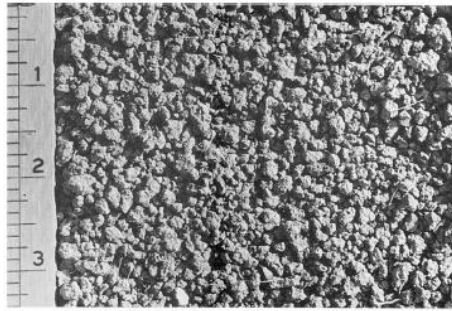


Figura 27: Estructura granular composta (NRCS-USDA, 2002)



Figura 28: Estructura laminar (NRCS-USDA, 2002)

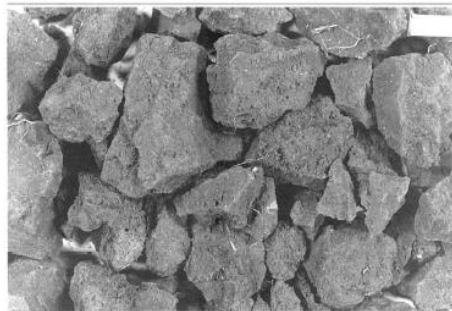


Figura 29: Estructura en blocs angulars (NRCS-USDA, 2002)

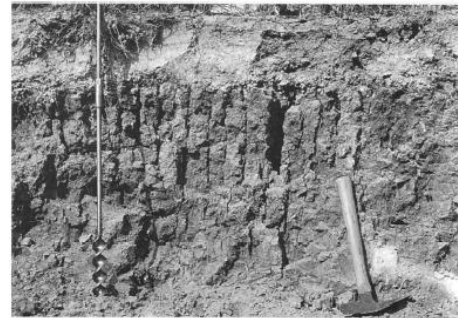
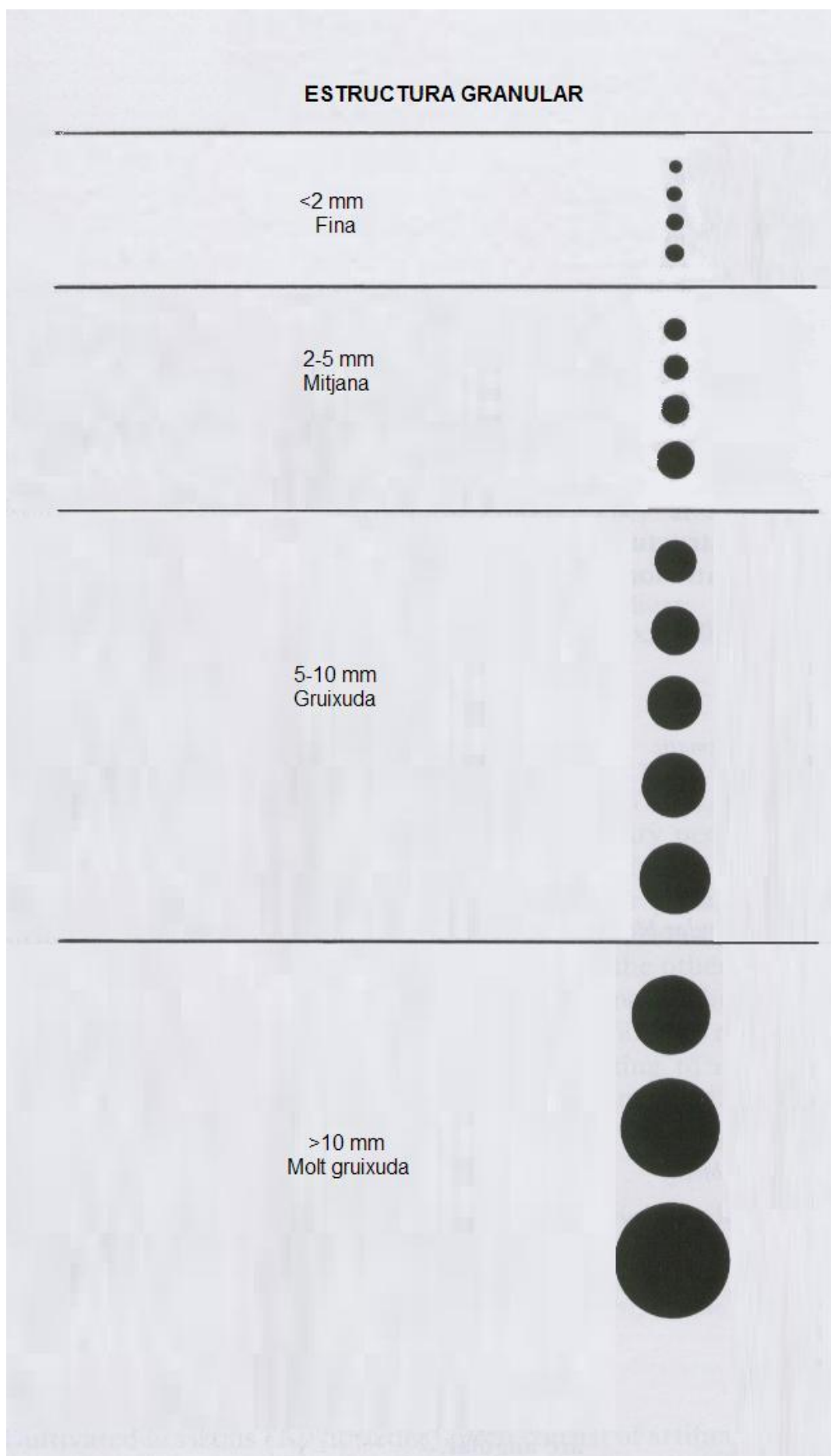
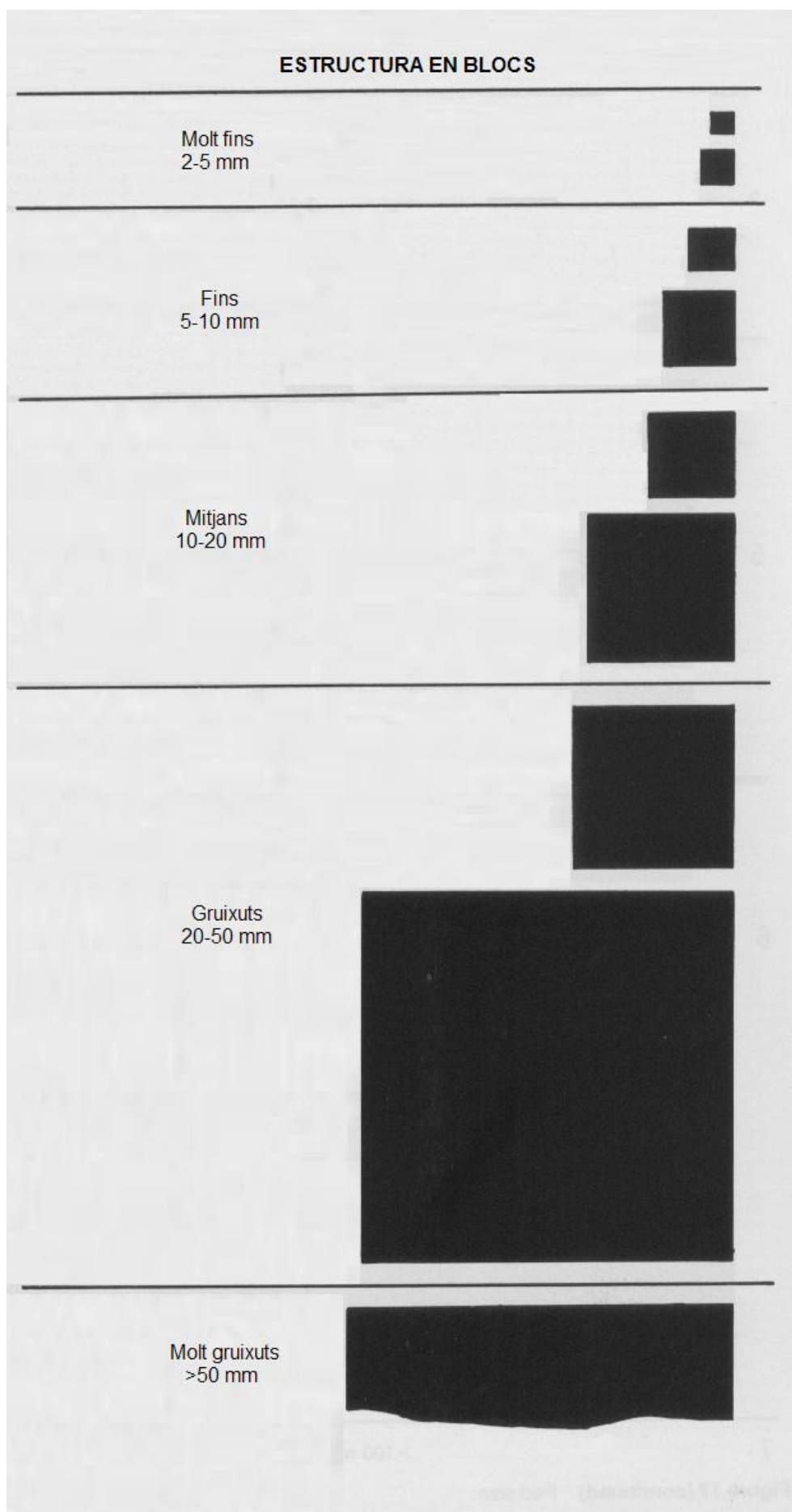
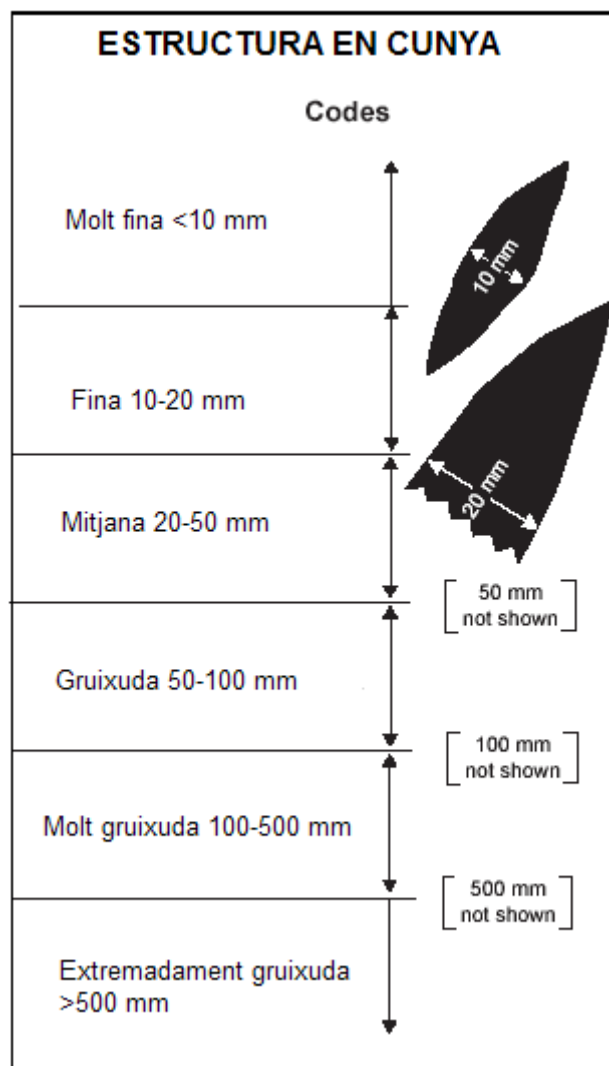


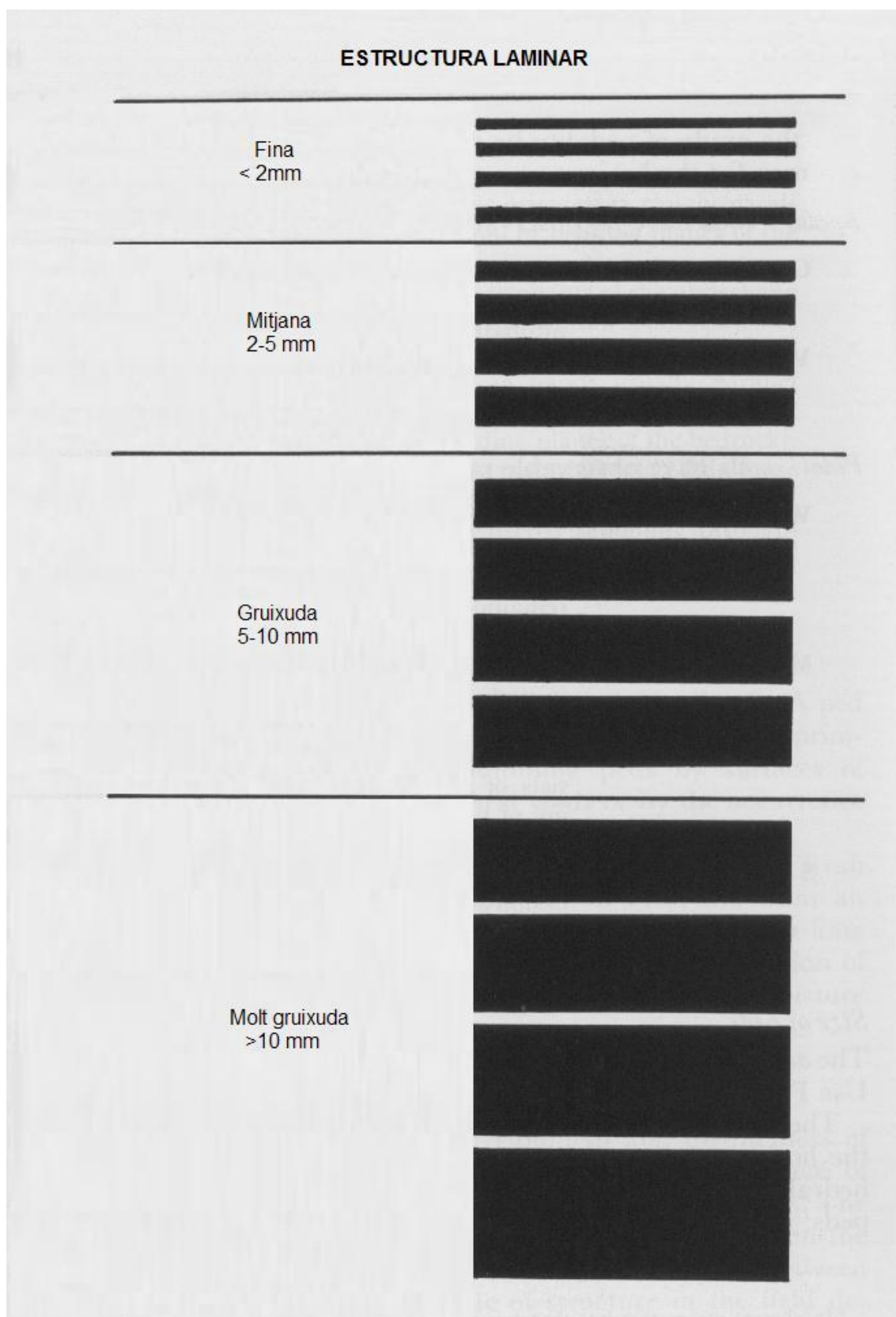
Figura 30: Estructura prismàtica (NRCS-USDA, 2002)

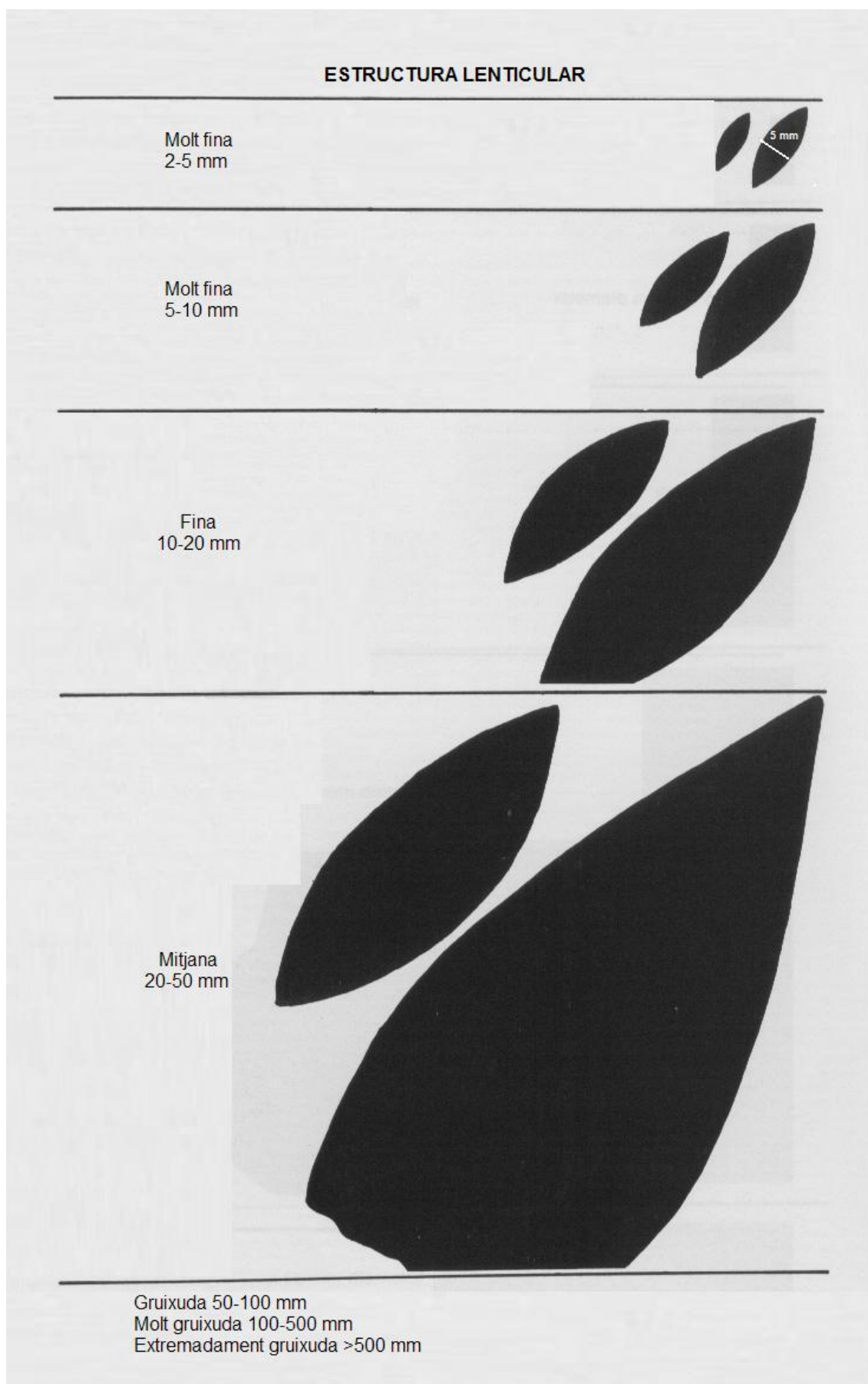
- Mida dels agregats: Abans de definir la mida dels agregats és important distingir-los i separar-los. Amb la piqueta, agafarem una mostra d'horitzó suficientment gran i a continuació anirem separant els diferents agregats, sempre procurant que ho facin seguint els plans de ruptura o debilitat i no per on nosaltres els hi marquem quan exercim la força. Un cop arribem al punt en el qual quan els intentem separar ho fan per allà on nosaltres volem, hem de parar perquè aquella serà la mida mínima dels agregats. A continuació, descriurem la seva mida per comparació amb les figures de les taules segons el tipus d'estructura que es tracti.

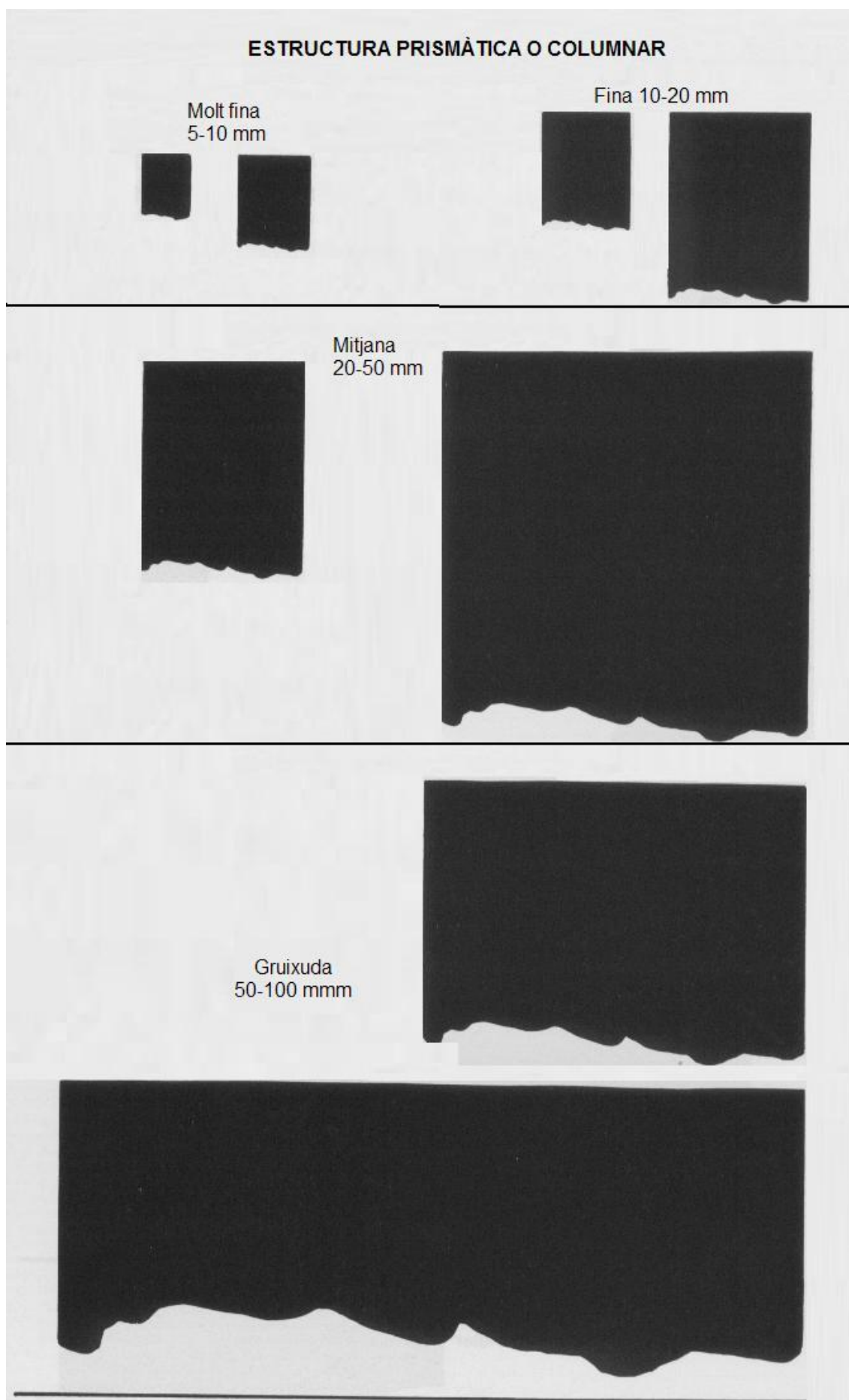












- Pedialitat composta o estructura secundària

Els agregats primaris, és a dir aquells que ja no poden ser subdividits en altres, es poden organitzar alhora en altres agregats, de manera que parlariem d'estructura secundària (la dels agregats primaris) i estructura primària (figura 31). Quan ens trobem amb aquests casos, descriurem en primer lloc l'estructura primària o dels agregats més grans (forma i mida), a continuació subdividirem els agregats en altres de més petits i els tornarem a descriure, i continuarem així fins que no podem separar els agregats perquè haurem arribat als agregats primaris.

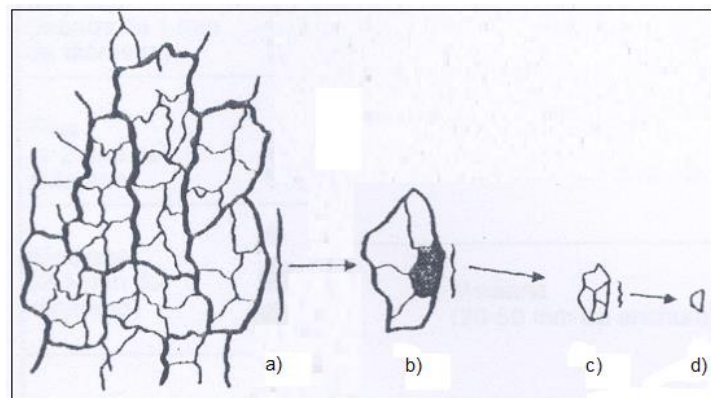


Figura 31: Estructura primària i secundària segons Gaucher (1968). a) Aspecte general, estructura primària; b) agregat secundari; c) estructura secundària; d) agregat primari.

Existència d'una estructura juxtaposada

L'estructura juxtaposada fa referència a l'existència, en un mateix horitzó, de dos tipus diferents d'estructures, un tipus d'agregats al costat dels altres, totalment distingibles.

- Porositat: Es descriu en un apartat independent degut a la seva entitat.

4.11 Consistència

La consistència del sòl és un terme general per a l'avaluació a camp del comportament del sòl en resposta a un "estrès" aplicat a diferents estats d'humitat, de manera que es defineixen diferents termes de consistència (figura 32).

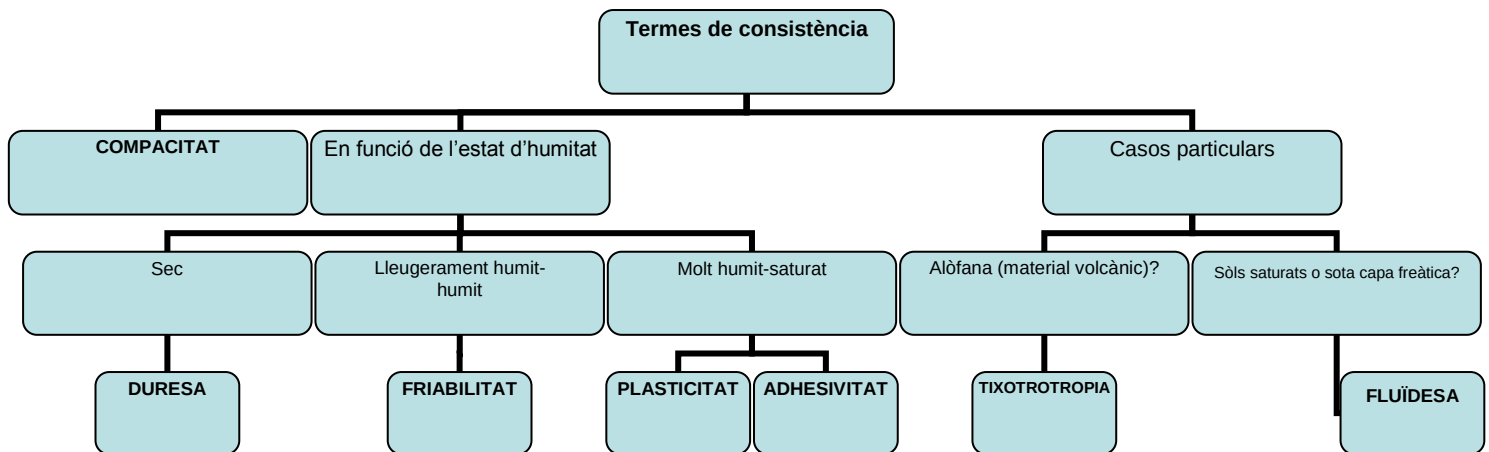


Figura 32: Esquema dels diferents termes de consistència

- Compacitat: La compacitat fa referència a la proximitat entre partícules i a la força d'unió entre elles, i està directament relacionada amb la resistència a la penetració, que és la capacitat del sòl, en el seu estat confinat natural, de resistir a la penetració d'objectes rígids. La resistència a la penetració depèn en gran mesura de l'estat d'humitat del sòl, de manera que l'hauríem d'especificar.

La resistència a la penetració és aquella que troben les arrels, de manera que ens permet conèixer els possibles problemes de desenvolupament radicular que poden presentar els horitzons i definir la profunditat arrelable. La compacitat a la superfície del sòl també és un factor a tenir en compte perquè si és molt alta, per exemple a causa de la presència d'una crosta superficial, pot impedir l'emergència de les plàntules.

La determinació de la compacitat es pot dur a terme sigui quin sigui l'estat d'humitat del sòl i es poden seguir dos procediments, segons si ens interessa una avaluació qualitativa o quantitativa:

- Qualitativa: S'intentarà clavar el ganivet a l'horitzó. La compacitat s'avaluarà segons si el ganivet penetra més o menys i la força que es requereix per fer-ho, seguint els criteris SINEDARES (taula 12).

Taula12: Classes de compacitat o resistència a la penetració, criteris SINEDARES.

Criteri	Descripció
El ganivet penetra sense esforç fins al mànec.	No coherent
Es requereix un petit esforç per introduir el ganivet.	Poc compacte
El ganivet només penetra de manera parcial fins i tot realitzant un esforç gran.	Compacte
El ganivet només es pot introduir uns pocs mil·límetres.	Molt compacte

- Quantitativa: Les mesures quantitatives de la compacitat, o resistència a la penetració, es poden realitzar mitjançant el penetròmetre, que és un aparell que funciona de la mateixa manera que un dinamòmetre. Els penetròmetres comercials compten amb molles i cons de diàmetre diferents, de manera que la seva combinació permet realitzar la mesura en varis rangs. La selecció correcta molla-con dependrà de les característiques del sòl i la resistència previsible de l'horitzó. En aquest sentit, en un horitzó molt compacte no podrem utilitzar la molla més elàstica ja que es comprimirà tota abans que el penetròmetre s'introdueixi i el con haurà de tenir un diàmetre petit tal que la superfície de contacte amb el sòl sigui baixa i per tant també la resistència que ofereix.

El penetròmetre s'introduirà a l'horitzó i mesurarà la resistència que aquest ofereix. Es faran deu mesures per a cada horitzó i el valor final serà la mitjana. Aquest aparell no mesura directament la resistència a la penetració, de manera que hauré de convertir la lectura que obtinguem a MPa multiplicant aquesta pel factor corresponent segons el tipus de molla i con utilitzats (taula 13).

Taula 13: Factor pel qual s'ha de multiplicar la lectura obtinguda amb el penetròmetre en funció de la molla i el con utilitzats.

Molla	Con	
	0,25 cm²	0,5 cm²
50 N	0,20	0,10
100 N	0,40	0,20
150 N	0,60	0,30
180 N	0,72	0,36
220 N	0,88	0,44

Milne *et al.* (1995) proposen, finalment, uns criteris de determinació de la resistència a la penetració a camp basats en una avaluació feta a mà i ho relacionen amb un rang de valors en MPa, indicant també la classe de resistència a la penetració que representa cadascun (taula 14).

Taula 14: Classes de resistència a la penetració, criteris de Milne *et al.* (1995).

Classe	Criteris de camp. Avaluació a mà	Valors de resistència a la penetració (MPa)
Extremadament baixa	Fàcilment penetrable amb el puny	0-0,5
Molt baixa	Fàcilment penetrable amb el polze	0,5-1
Baixa	Es marca fàcilment amb el polze però es necessita molt d'esforç per penetrar-lo.	1-1,5
Moderada	Es marca fàcilment amb l'ungla	1,5-2,2
Alta	Amb prou feines es marca amb el dit.	2,2-3
Molt alta	Es marca amb l'ungla però no amb el dit.	3,1-4
Extremadament alta	Amb prou feines es marca amb el dit.	>4

- Plasticitat: La plasticitat és la capacitat del sòl de canviar de forma contínuament quan se li aplica una força, i de retenir aquesta forma quan ja no s'aplica la força, sense trencar-se. L'assaig de plasticitat s'ha de realitzar amb la mostra en estat molt humit.

L'avaluació de la plasticitat es duu a terme mitjançant la realització de cilindres de 4 cm de llargada i diàmetres de 2, 4 i 6 mm respectivament, com els de la figura 33. Per a la realització dels cilindres no s'ha de fer un amassat previ del material amb l'espàtula ni el ganivet com en la textura, sinó que únicament s'ha de fregar una mà contra l'altra per fer el xurro.

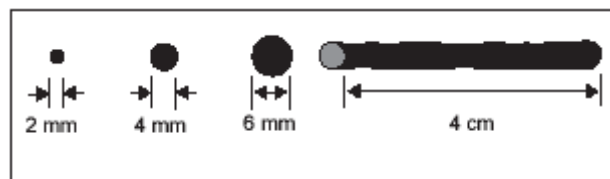


Figura 33: Cilindres per avaluar la plasticitat.

Un cop s'han realitzat els cilindres, s'estudia el seu comportament quan es suspenen d'un extrem i s'avalua el grau de plasticitat segons els criteris descrits a la taula 15.

Taula 15: Criteris per a l'avaluació de la classe de plasticitat.

Criteri	Classe de plasticitat
No es pot formar el cilindre de 6mm de diàmetre.	No plàstic
Es pot fer el cilindre de 6mm i no es trenca si l'agafem suspès per un extrem entre el polze i l'índex. El de 4mm, en canvi, es trenca si el suspenem perquè no suporta el seu propi pes.	Lleugerament plàstic
Es pot fer el cilindre de 4mm i no es trenca si l'agafem suspès per un extrem entre el polze i l'índex. El de 2mm, en canvi, es trenca si el suspenem.	Plàstic
Es pot fer el cilindre de 2mm de diàmetre i no es trenca si l'agafem suspès per un extrem entre el polze i l'índex.	Molt plàstic

- Adhesivitat: L'adhesivitat és la capacitat del sòl d'adherir-se a altres objectes. El grau d'adhesivitat s'avalua en estat molt humit de la mostra, que és quan l'adhesivitat és màxima quan pressionem una bola de material entre el polze i l'índex, remonent i pressionant el material entre el polze i l'índex i observant si s'adhereix o no als dits.

Els criteris proposats per SINEDARES i FAO (1990) per a la descripció de l'adhesivitat són els que es mostren a la taula 16.

Taula 16: Criteris SINEDARES i FAO (1990) de descripció de l'adhesivitat.

Criteris SINEDARES i FAO	Descripció
No adherent	Quan es remou i pressiona el material no queda adherit entre el polze i l'índex.
Lleugerament adherent	Quan pressionem, el material s'adhereix a ambdós dits, però quan els separem un queda gairebé net i el material no s'estira.
Adherent	Després de pressionar el material, aquest s'adhereix a ambdós dits, tendeix a estirar-se una mica i es divideix quan es separen els dits.
Molt adherent	Quan cessa la pressió el material s'adhereix fortament a ambdós dits i quan aquests se separen el material s'estira.

- Friabilitat i duresa: La friabilitat i la duresa són dues propietats de resistència a la ruptura del sòl que s'avaluen mitjançant l'aplicació d'una força compressiva axial no confinada, cadascuna a diferents estats d'humitat. Ambdues estan relacionades amb les restriccions del sòl al desenvolupament radicular i al moviment de l'aigua.

Schoeneberger *et al.* (1998) plantegen com s'ha de realitzar la determinació de la friabilitat i la duresa a camp, en funció de si es tracta d'un agregat de sòl, una crosta superficial o bé un agregat laminar, tal i com es pot observar a la figura 34.

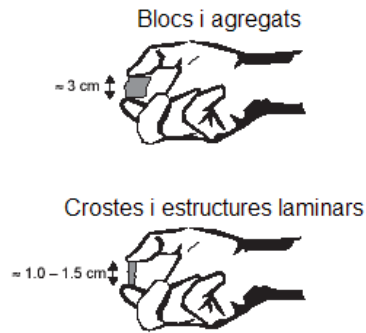


Figura 34: Assaig per a la determinació de la friabilitat i la duresa a camp (NRCS-USDA, 2002)

Quan els agregats no tenen un eix predominant és indiferent la direcció en la que apliquem la força. Quan hi ha un eix de dimensions superiors però, la resistència a la ruptura que presentarà el material no serà la mateixa si li apliquem una força en la direcció d'aquest eix o en la dels eixos més petits, de manera que, en tot cas, no cal que la determinació es faci seguint un únic eix, sinó que la podem fer per a dos però indicant-ho sempre.

La friabilitat es determina amb la mostra lleugerament humida i els criteris per a la seva descripció (SINEDARES i FAO, modificats amb alguns criteris de Milne *et al.*) són els que apareixen a la taula 17.

Taula 17: Criteris de determinació de la friabilitat a camp. SINEDARES i FAO (1990) i Milne *et al.* (1995).

Criteris	Descripció
Solt	Material no coherent
Molt friable	El material es desfà sota una lleugera pressió entre el polze i l'índex, però s'uneix quan el comprimim.
Friable	El material es desfà sota una lleugera o moderada pressió entre el polze i l'índex però s'uneix quan el comprimim amb força.
Ferm	El material es desfà sota una forta pressió entre el polze i l'índex però es nota una clara resistència
Molt ferm	El material amb prou feines es desfà o no ho fa aplicant una pressió entre l'índex i el polze. Ofereix una clara resistència quan el comprimim amb la mà, però es pot trencar amb les dues mans i també si apliquem la força amb el peu lentament sobre una superfície plana.
Extremadament ferm	El material només es desfà sota una forta pressió però no entre el polze i l'índex ni amb una sola mà, sinó per l'acció d'ambdues mans o bé amb el peu.

La duresa es determina en sec. Els criteris de Hodgson *et al.* (1976) per a la seva descripció, recollits al SINEDARES i modificats segons alguns criteris de Milne *et al.*, son els de la taula 18.

Taula 18: Criteris de determinació de la duresa a camp. SINEDARES (Hodgson *et al.*, 1976), Milne *et al.* (1995)

Criteris	Descripció
Solt	Material no coherent
Dèbil	El material poc coherent es desfà en pols o grans solts sota una lleugera pressió.
Lleugerament dur	La mostra es trenca molt fàcilment entre el polze i l'índex, és dèbilment resistent a la pressió.
Dur	La mostra es trenca fàcilment amb la mà però molt difícilment entre el polze i l'índex.
Molt dur	La mostra no es trenca o es trenca difícilment amb la mà, però pot trencar-se si la comprimim amb ambdues mans i també amb el peu sobre una superfície plana.

- Tixotropia: La tixotropia és la propietat de canviar a una consistència més fluïda sota l'acció d'una força, de manera que quan aquesta desapareix el sistema torna progressivament a un estat més rígid o menys fluid (semisòlid o gel). És un procés isoterm, reversible, que ni implica canvis en la composició ni en el volum, i mitjançant el qual, després d'un període de repòs, el material es torna ferm, per estovar-se o liquar-se novament quan es moldeja (Mitchell, 1976).

La identificació de materials tixotròpics té interès en zones amb materials volcànics i risc sísmic elevat per tal de localitzar àrees amb risc de moviments en massa, al adquirir resistència fluida els materials després d'una sacsejada sísmica. També permet identificar materials amorfs, que són els que presenten aquesta propietat al sòl.

El caràcter tixotròpic es posa en evidència, en camp, amassant una bola de la mostra de sòl. Un cop formada es pressiona entre els dits índex i polze per tal de que expulsi aigua. Si la mostra és tixotròpica, quan haguem superat una certa pressió els dits lliscaran de cop i volta perquè la mostra haurà adquirit una consistència més fluïda. A més a més, s'observa que si tornem a posar la bola exprimida en presència d'aigua aquesta anirà absorbint les gotes que se li aportin.

- **Fluïdesa:** Els sòls que estan humits la majoria del temps poden tenir una força inconfineda que queda eliminada per la saturació. Aquests sòls tendeixen a comportar-se com a líquids i flueixen, sense o amb l'aplicació d'una petita força, quan estan parcialment o totalment inconfinedats. La fluïdesa es determina amb una boleta esfèrica (d'uns 4 x 8 cm) de la mostra de sòl humida. Les classes de fluïdesa descrites són les que es mostren a la taula 19.

Taula 19: Classes de fluïdesa (Milne *et al.*, 1995)

Classe de fluïdesa	Descripció
Lleugerament fluid	Quan la mostra es posa al palmell de la mà i s'apreta amb la mà tancada, una mica de material tendeix a fluir pels espais que hi ha entre els dits, però després d'aplicar la pressió veiem que la majoria de material resta al palmell de la mà.
Moderadament fluid	Quan la mostra es posa al palmell de la mà i s'apreta amb la mà tancada, el material flueix fàcilment entre els dits, però queda un petit residu al palmell de la mà un cop deixem d'exercir la pressió.
Molt fluid	Quan la mostra es posa al palmell de la mà i s'apreta amb la mà tancada, el material flueix entre els dits de la mateixa manera que ho faria un líquid viscos. Un cop deixem d'exercir pressió no queda cap residu, o bé molt poc, al palmell de la mà.

4.12 Matèria orgànica

De la matèria orgànica es descriurà:

- Per a tots els horitzons:
 - o Quantitat: S'indicarà el percentatge aproximat de material mineral, de fibres i d'elements grossos orgànics que presenta l'horitzó.
- Per als horitzons orgànics (O i H):
 - o Naturalesa de les restes: Es descriurà quina és la naturalesa de les restes orgàniques (fulles, escorça, branques, tiges, etc.), en el cas que aquestes siguin identificables, i s'indicarà si el material està o no cremat.
 - o Grau de descomposició: El grau de descomposició de la matèria orgànica es pot determinar a través d'un test proposat per Milne *et al.* (1995) (veure apartat 4.16, tests).
- Per als horitzons minerals:
 - o Observabilitat o forma: Es descriurà el grau d'unió de la matèria orgànica i el material mineral (juxtaposats, m.o revestint el material mineral, m.o ben incorporada, etc.), i a

continuació es descriurà la naturalesa d'aquesta matèria orgànica, en el cas que les restes siguin observables.

4.13 Activitat biològica

L'estudi de l'activitat biològica té interès perquè és un indicador de les funcions ecològiques que desenvolupa un sòl determinat i perquè, per altra banda, constitueix un factor formador. En aquest sentit, l'activitat biològica és estructurant i crea noves vies que permeten el moviment de l'aigua i l'aire, que circulen per les galeries dels cucs, les obertures de les arrels, etc.; influeix també en l'evolució de la matèria orgànica incorporada al sòl i en la mescla de materials.

L'activitat biològica d'un horitzó es pot observar directament, quan identifiquem l'agent o bé indirectament, quan identifiquem trets d'activitat biològica.

- Agents
 - o Fauna: A les figures 35 i 36 es poden observar alguns dels agents de la fauna del sòl.

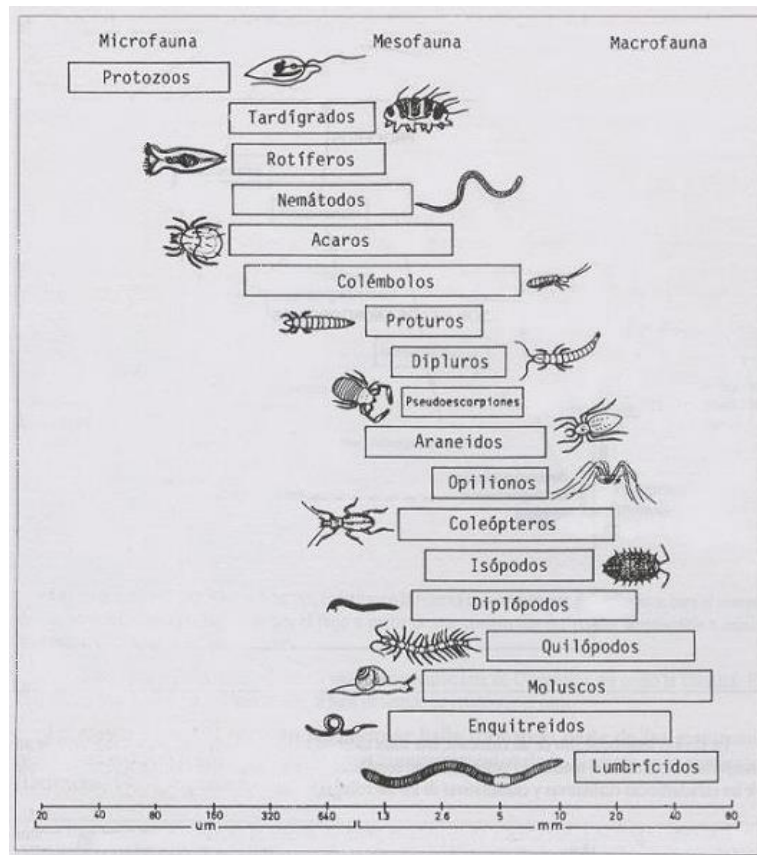


Figura 35: Grups de fauna que podem trobar al sòl (modificat de Terrades, 1989)



Figura 36: Cuc en una galeria d'estivació

- Flora

- Fongs: Micel·lis (figura 37), cossos fructífers (subsuperficials i superficials), microrizos.



Figura 37: Micel·lis de fongs

- Arrels i rizomes. Les arrels tenen tanta entitat que es descriuen en un apartat separat, juntament amb els rizomes (sistema radicular).

- Trets d'activitat biològica

- Bioporus: Cambres, cavitats, galeries, formiguers hipogeus, caus, termiteres hipogees, nius de cucs, canals de les arrels.
- Bioagregats: Cambres plenes, cavitats plenes (figura 39), galeries plenes (figura 38), krotovines (galeries o cambres centimètriques excavades per la fauna i reomplertes amb material procedent d'un horitzó superficial, de manera que ressalten perquè tenen un color més fosc), turrícules (dejeccions que prenen morfologies arrodonides).



Figura 38: Galeria plena



Figura 39: Cavitat plena

- Altres: petxines, closques de gasteròpodes terrestres o bé de dulciaquícoles, formiguers i termiteres epigeus.

A més a més es descriurà:

- Quantitat: El percentatge en volum dels trets d'activitat biològica descrits a l'apartat anterior es pot estimar a partir de la comparació amb la figura 40.

La quantitat dels trets d'activitat biològica, per altra banda, s'avalua d'acord als criteris SINEDARES (taula 20).

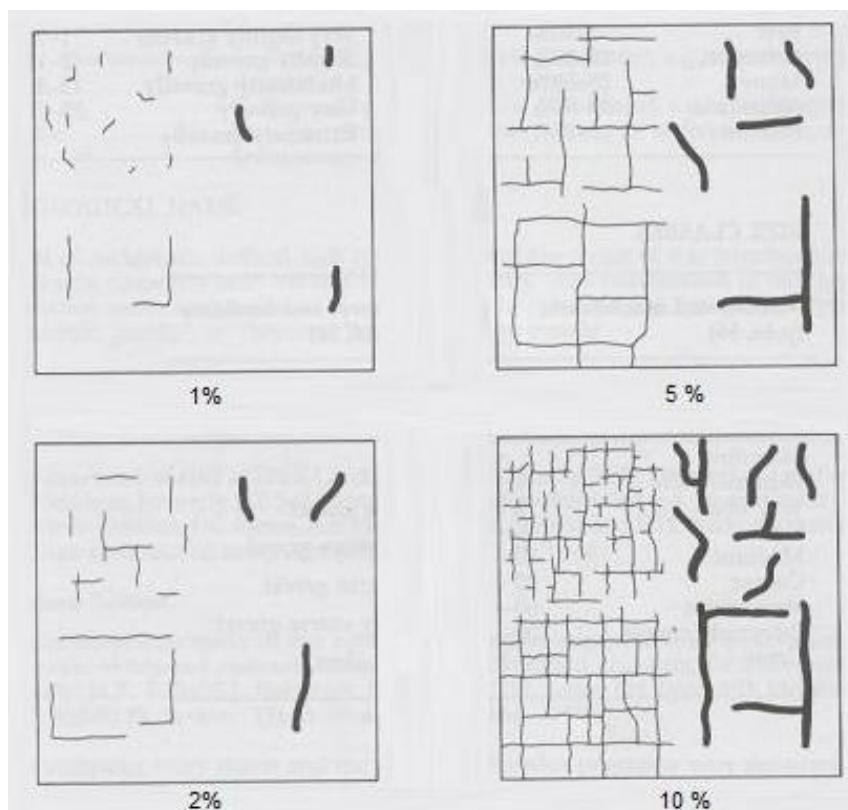


Figura 40: Taula per a l'estimació del percentatge de trets d'activitat biològica (Milne *et al.*, 1995)

Taula 20: Criteris per a la descripció de la quantitat dels trets d'activitat biològica descrits

Descripció	Criteri (% en volum)
Poca	<1% en volum
Freqüent	1-5% en volum
Abundant	5-20% en volum
Molt abundant	Molt abundant

4.14 Activitat humana

En aquest apartat es descriuen aquells trets del sòl que podem atribuir a l'activitat antròpica, com per exemple la presència de rostolls enterrats, subsolat, ceràmiques, maons, eines, brossa, etc.

4.15 Sistema radicular i profunditat arrelable

L'estudi del sistema radicular té interès perquè ens permet identificar condicions per al creixement de les plantes. El volum de sòl explorat per les arrels condiciona l'anclatge i la disponibilitat de nutrients i aigua (CRAD). La profunditat arrelable, o profunditat explorable per a les arrels, pot quedar limitada per causes físiques (horitzó compactat, cimentat, contacte lític, capa freàtica, etc.) o químiques, que es determinaran al laboratori, (acidesa extrema, salinitat, etc.).

Del sistema radicular en conjunt es descriurà:

- Profunditat arrelable

De les arrels de diàmetre < a 10 mm es descriurà:

- Aspecte global de les arrels
 - Normal
 - Afectat per hidromorfisme (falta d'aireació)
 - Irregular
 - Amb arrels gruixudes xafades
 - Limitat per: contacte lític (roca), contacte para-lític (horitzó C amb condicions limitants per a l'arrelament), material esquelètic (elements grossos), horitzó molt compacte, horitzó cimentat, substrat salí, reacció del sòl, capa de graves, capa freàtica, capa freàtica salina, etc.
- Quantitat o proporció: Per avaluar la quantitat d'arrels es seguiran els criteris de Hodgson *et al.* (1976) recollits per SINEDARES (taula 21).

Taula 21: Criteri per a la descripció de la quantitat d'arrels (Hodgson *et al.*, 1976)

Criteri Quantitat d'arrels/100 cm²		Descripció
Fines i molt fines <2 mm	Mitjanes i gruixudes 2-10 mm	
< 1	<1	Molt poques
1-10	1-2	Poques
10-25	2-5	Freqüents
25-200	>5	Abundants
>200		Molt abundants

Per tal de comptar les arrels que hi ha en una superfície vertical de 100 cm² de l'horitzó que estem descrivint, en primer lloc tallarem les arrels amb unes tisores de podar (perquè d'aquesta manera no se'n sobreestimarà la quantitat) i a continuació, amb el regle es construirà un quadrat de 20x20 cm (de 10x10 no es pot). Comptarem el nombre d'arrels fines i molt fines i el dividirem entre quatre, de manera que tindrem la quantitat d'arrels/100 cm².

- Mida: La mida de les arrels es descriu a partir dels criteris SINEDARES (taula 22).

Taula 22: Criteris per a la descripció de la mida de les arrels

Descripció	Criteri Diàmetre
Molt fines	< 1mm
Fines	1-2 mm
Mitjanes	2-5 mm
Gruixudes	> 5mm

Alhora de descriure la mida o interval de mides de les arrels observades, s'ha de tenir en compte que s'ha de fer per a l'interval modal, és a dir que descriurem la mida de la majoria de les arrels i no del conjunt en total. Podria ser, per exemple, que la majoria de les arrels fossin fines, però que n'hi haguessin unes quantes de molt fines, aleshores no diríem que la mida de les arrels va de molt fines a fines, sinó que són fines.

- Distribució: Les arrels, en un horitzó, es poden distribuir de diferents maneres. Algunes de les distribucions més comuns, descrites per SINEDARES, són les següents:

- Distribució regular
- Distribució irregular
- Disminuint en profunditat
- Distribuïdes en bandes
- Tapissant les cares d'agregats
- A l'interior d'agregats estructurals
- A la base de l'horitzó
- Concentrades en cares laminars
- Tapissant elements grossos
- Associades a esquerdes

- Orientació: Les arrels poden estar orientades de diferents maneres:
 - Verticals
 - Obliqües
 - Horitzontals (paral·leles a la superfície del sòl)
 - Sense orientació definida
- Estat de les arrels: Es descriurà si estan vives o mortes. Les arrels mortes tenen un color fosc i es trenquen molt fàcilment quan les estirem amb la mà.

Finalment, de les arrels de diàmetre > a 10 mm es descriurà:

- Orientació
- Estat de les arrels

4.16 Tests de camp

4.16.1 Determinació qualitativa de carbonats (HCl 11%)

Material: HCl (11%)

Procediment: La presència de carbonats al sòl es pot verificar mitjançant l'aplicació d'unes gotes d'àcid clorhídric al 11% damunt una mostra de sòl. Si la mostra presenta carbonats apreciarem, ja sigui audible o visualment, la reacció d'aquests amb l'àcid clorhídric, que dóna lloc a diòxid de carboni. La formació de bombolles, de CO₂, indica que la mostra conté més d'un 10% de carbonats (més d'un 20% en el cas que aquestes siguin molt grans) mentre que quan aquesta conté molt poc carbonat càlcic (aproximadament un 5%) la reacció es fa visiblement imperceptible i passa a ser audible. Si ni tan sols hi ha una reacció audible voldrà dir que la mostra no conté carbonats.

Interpretació: Quan un sòl conté carbonats podem inferir dues propietats més. En primer lloc, aquest sòl tindrà un pH 8-8,5, i en segon lloc la saturació de bases serà superior al 100%.

4.16.2 Determinació qualitativa de sulfats (BaCl_2 10%)

Material: Tub d'assaig, BaCl_2 (10%)

Procediment: Per a la determinació qualitativa de sulfats al sòl realitzarem un extracte aquós de la mostra dins d'un tub d'assaig. Hi afegim BaCl_2 al 10%. La formació d'un precipitat blanc, semblant a un "núvol" com el que forma una mica de llet en aigua, indica la presència de sulfats.

El guix, o sulfat de calci, és un dels sulfats que trobarem amb més freqüència i proporció a la nostra zona.

4.16.3 Determinació qualitativa de clorurs (AgNO_3 5%)

Material: Tub d'assaig i AgNO_3 (5%).

Procediment: Prepararem un extracte aquós de la mostra en un tub d'assaig i hi afegirem unes gotes de solució de nitrat de plata. Si es forma un precipitat blanc de clorur de plata semblant al núvol que es forma en l'apartat anterior, verificarem que la mostra conté clorurs. La reacció ha de ser immediata perquè al cap d'una estona sempre s'acaba formant precipitat.

Observacions: La presència de clorurs al sòl és poc freqüent. Els sòls afectats per salinitat, però, contenen quantitats apreciables d'aquest anió, pel que el seu anàlisi és imprescindible per a caracteritzar la salinització.

4.16.4 Assaig qualitatiu d'estabilitat estructural (Emerson)

Material: Vas de precipitats

Procediment: Omplirem el vas de precipitats amb aigua desmineralitzada i li introduïrem, amb cura, un agregat d'un centímetre de diàmetre. S'observarà si l'agregat es desfà o no en contacte amb l'aigua.

4.16.5 Assaig de repel·lència a l'aigua o hidrofobicitat (King, 1981; Doerr, 1998)

Material: Etanol 2M

Procediment: L'avaluació de la repel·lència a l'aigua, tal i com es mostra a la taula 23, es durà a terme determinant la quantitat d'etanol necessària per humectar la mostra en 10 segons. S'ha de treballar a una temperatura entre 15 i 25 °C.

Taula 23: Avaluació de la repel·lència del sòl a l'aigua

Avaluació	Criteri: temps d'absorció de l'aigua i l'etanol
No repel·lent a l'aigua	La mostra absorbeix l'aigua en 10 segons o menys.
Repel·lent a l'aigua	L'aigua triga més de 10 segons, mentre que l'etanol triga 10 segons o menys en ser absorbit per la mostra.
Fortament repel·lent a l'aigua	L'etanol triga més de 10 segons a ser absorbit per la mostra.

4.16.6 Assaig de la tira de cotó (Cotton Strip Assay) (Walton i Allsopp, 1977)

L'assaig de la tira de cotó ha estat proposat com un indicador alternatiu de l'activitat biològica del sòl. Es tracta d'un índex que mesura l'activitat microbiana, ja que les cel·lulasses s'han trobat en moltes bactèries, actinomicets i fongs.

Material: Tires de cotó de cel·lulosa 100% o paper de filtre *Whatman* nº1.

Procediment: Enterrarem les tires de cotó o el paper de filtre, a una fondària inferior a 5 cm, en un punt del sòl que marcarem per tal de poder-lo localitzar posteriorment. Les tires de cotó o el paper de filtre es recolliran, passat un temps, per tal d'analitzar la descomposició de la cel·lulosa mitjançant la mesura de la seva pèrdua de pes.

L'ús del paper de filtre és una alternativa al de les tires de cotó de cel·lulosa 100%, difícils d'obtenir. Cal dir que els resultats obtinguts, degut a les diferències en la naturalesa dels materials, no són els mateixos. El filtre de paper acostuma a desaparèixer ràpidament i després només se'n troben trossets petits molt dispersos.

Interpretació: El grau de descomposició de les tires està relacionat positivament amb l'activitat microbiana del sòl.

4.16.7 Assaig de materials alofànics (Fields & Perrot, 1996)

Material: Embut, solució alcohòlica neutra de fenolftaleïna (1%), solució 1N de NaF, paper de filtre.

Procediment: En un embut d'uns 5 cm de diàmetre hi col·locarem el paper de filtre i la mostra al damunt. A continuació ho remullarem amb la solució de fenolftaleïna, i tot seguit hi afegirem unes gotes de NaF. La fenolftaleïna vira a pH>9,5. L'aparició ràpida (menys de 40 segons) d'una coloració rosa púrpura

indica la presència de productes alofànics i/o complexos organo-alumínics. A vegades resulta més visible si es mira el paper de filtre pel costat contrari.

Observacions: Alòfana és un terme genèric que descriu materials aluminosilicàtics amorfs. La seva composició química és molt variable, i es pot considerar més aviat com un conjunt de minerals (solució sòlida de sílice, alumina i aigua) que no com un mineral en si.

Aquesta substància fou identificada per primera vegada en sòls desenvolupats a partir de cendres volcàniques, és per això que l'àmbit d'interès d'aquest test es redueix als sòls volcànics (andisòls), als horitzons àndics i als endopedions espòdics.

L'alòfana posseeix una elevada capacitat d'intercanvi aniònic que pot provocar la retenció d'ions fosfat, interferint així en la nutrició de P de les plantes.

4.16.8 Assaig de descomposició de la matèria orgànica (Milne *et al.*, 1995)

Material: Mitja xeringa (xeringa de plàstic hipodèrmic de 6ml tallada longitudinalment en dues parts per tal d'aconseguir un instrument de mesura de mig cilindre, que tindrà un volum de 3ml), tamís amb obertures de 0,15mm.

Procediment:

- Determinació del percentatge de fibres no esmicolades

Ajustar la mitja xeringa a la marca dels 5cm³ (2,5cm³ de volum real) i omplir-la, amb l'ajuda d'una espàtula, amb mostra de sòl humida de la que prèviament haurem eliminat qualsevol resta de planta que estigues viva en el moment del mostreig, pressionant amb l'espàtula. Transferir tot el volum de mostra al tamís i posar-lo sota el raig d'aigua de l'aixeta fins que observem que l'aigua que surt per sota està totalment neta. Assecar l'aigua que queda a la part inferior del tamís amb el paper absorbent, mentre movem el tamís per tal d'eliminar l'aigua que conté. Reomplir la mitja xeringa amb el material restant del tamís i anotar la lectura del volum. El percentatge de fibres no esmicolades correspon a la lectura (cm³) multiplicat per 20.

- Determinació del percentatge de fibres esmicolades

Abocar de nou els residus del test anterior al tamís. Fregar la mostra entre el polze i la resta de dits sota el raig d'aigua freda de l'aixeta fins que observem que l'aigua que surt per sota del tamís està totalment clara. Mesurar el volum

relatiu amb la mitja xeringa i calcular el percentatge de fibres esmicolades tal i com s'ha descrit a l'apartat anterior.

4.17 Porositat

La porositat és el volum ocupat per aire, o altres components gasosos, i aigua dins del sòl. Les esquerdes, per tant, també es consideren porositat, però s'expliquen separatament en un apartat posterior. La porositat que es descriurà en aquest punt es pot considerar "permanent", mentre que les esquerdes constitueixen un tipus de porositat dinàmica, al estar lligades a diferents processos.

La porositat d'un horitzó és una característica essencial per inferir propietats com ara la reserva d'aigua, la circulació de fluids, les possibilitats d'arrelament, etc. La seva descripció en camp resulta difícil i laboriosa si es té en compte que la porositat d'interès per a les propietats mencionades és la que està connectada, de manera que constitueix una xarxa de canals, i només es poden descriure, amb l'ajuda d'una lupa de mà, els porus de mida superior a 60µm (macroporus).

La densitat aparent i la densitat real de l'horitzó permeten calcular la porositat total en termes de percentatge en volum.

Dels macroporus es descriurà:

- Mida: S'avaluarà a partir dels criteris de Hodgson *et al.* (1976), recollits per SINEDARES (taula 24).

Taula 24: Criteris per a la descripció de la mida dels porus (Hodgson *et al.*, 1976)

Descripció	Criteri Diàmetre (mm)
Molt fins	<0,5 mm 
Fins	0,5-2 mm 
Mitjans	2-5 mm 
Grans	>5 mm 

S'indicarà, a més a més, el volum ocupat per cadascuna de les classes descrites (proporció).

- Proporció: La proporció de porus es pot estimar a partir de la comparació amb els percentatges representats a la figura 41.

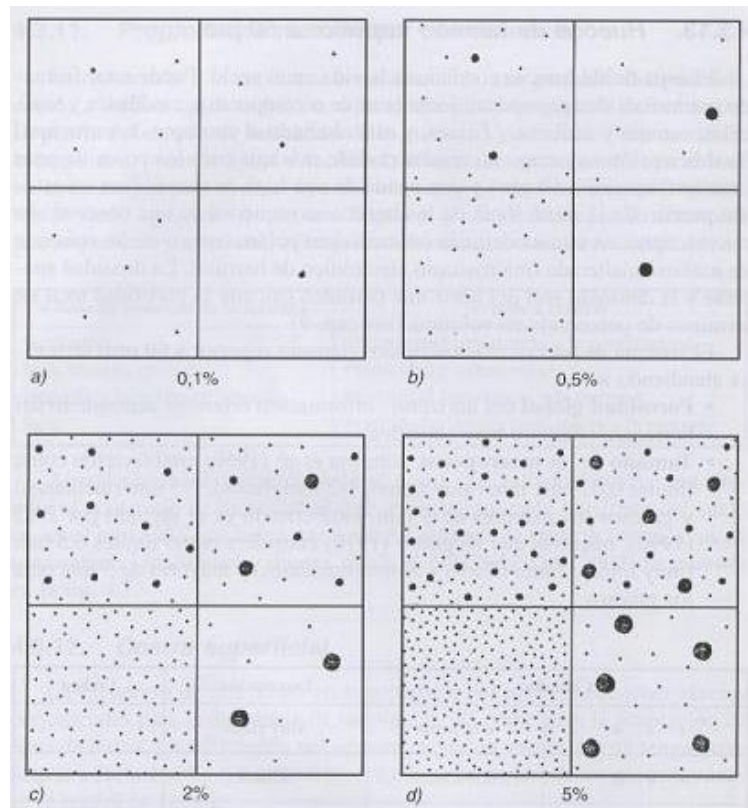


Figura 41: Carta per a l'estimació del percentatge de porus (Hodgson, 1976)

- Morfologia: Se'n poden diferenciar diferents tipus (figura 42).

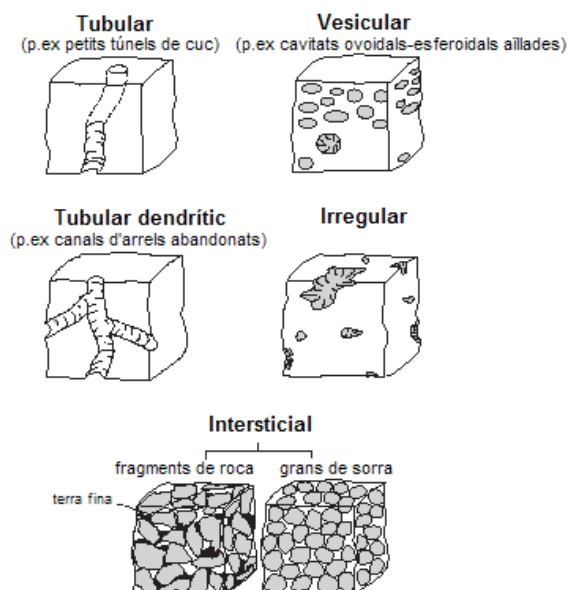


Figura 42: Morfologies de porositat (NRCS-USDA, 2002)

- Distribució:
 - o Interagregats: Entre els agregats
 - o Intragregats: A l'interior dels agregats
 - o Transagregats: A través dels agregats
 - o Interior del material apedial
- Patró i grau d'orientació: La porositat pot presentar patrons de distribució horitzontals, verticals, obliquis, o a l'atzar, en grau fort, moderat o dèbil.

4.18 Esquerdes

Les esquerdes (altrament anomenades esquerdes exastructurals, segons el Soil Survey Staff, 1993) són les fissures que no s'atribueixen a l'estructura del sòl, i constitueixen trets edàfics de grans dimensions que poden afectar a diversos horitzons.

En general la seva gènesi s'associa o bé a la presència d'argiles expansibles, típiques dels Vertisòls i sòls de caràcter vèrtic, i processos d'humectació/dessecació, o bé a processos de gel/desgel en sòls saturats d'aigua. La presència d'esquerdes fins a una fondària de 50 cm o més indica la possible existència d'argiles expansibles.

De les esquerdes es descriu:

- Tipologia: Schoeneberger *et al.* (1998) consideren esquerdes a les fissures que no corresponen a cares d'agregats estructurals. SINEDARES té en compte, a més a més, altres processos i distingeix entre esquerdes associades a crostes superficials i esquerdes tranhoritzontals (que afecten a més d'un horitzó). A la taula 25 es poden observar les diferents tipologies d'esquerdes i els criteris de diagnòstic de cadascuna d'elles. A la figura 43 es representen gràficament les tipologies esmentades.

Taula 25: Tipologies d'esquerdes i criteris de diagnòstic (SINEDARES)

Esquerdes relacionades amb crostes (superficials, deriven de l'impacte de les gotes d'aigua o dels sòls entollats associats a processos posteriors de desestructuració, dessecació i consolidació)	
Reversibles	Longitud < 0,5 cm. De poca duració (persisteixen unes quantes setmanes, depenent de pla pluviometria o la freqüència de rec), i es tanquen després d'una humectació relativament lleugera. Es formen per assecat des de la superfície cap avall. Mínima influència estacional sobre la infiltració.
Irreversibles	Longitud 0,5-2 cm. Estacionalment duradores (desapareixen en alguna època de l'any). No es tanquen completament quan es rehumitejen. Poca influència sobre la infiltració. (p.ex crostes de gel/desgel i esquerdes associades).
Esquerdes transhoritzontals (profundes i verticals. Normalment travessen més d'un horitzó, podent arribar fins a la superfície. Es formen per humectació i assecat o desestructuració i consolidació del material original).	
Reversibles	Duradores o persistents (comunament estacionals, tancant-se quan s'humecta el sòl). Es formen per humectació i assecat dels sòls amb un gran contingut d'argila (p.ex vertisòls, subgrup vèrtics). Es poden estendre fins a la superfície del sòl a no ser que hi hagi un horitzó suprajacent molt compacte que impedeixi la seva prolongació. Tenen una gran importància sobre la infiltració i la Ksat.
Irreversibles	Permanents i de gran influència sobre la infiltració i la Ksat. (p.ex fissures extremadament amples als tills glaciars).

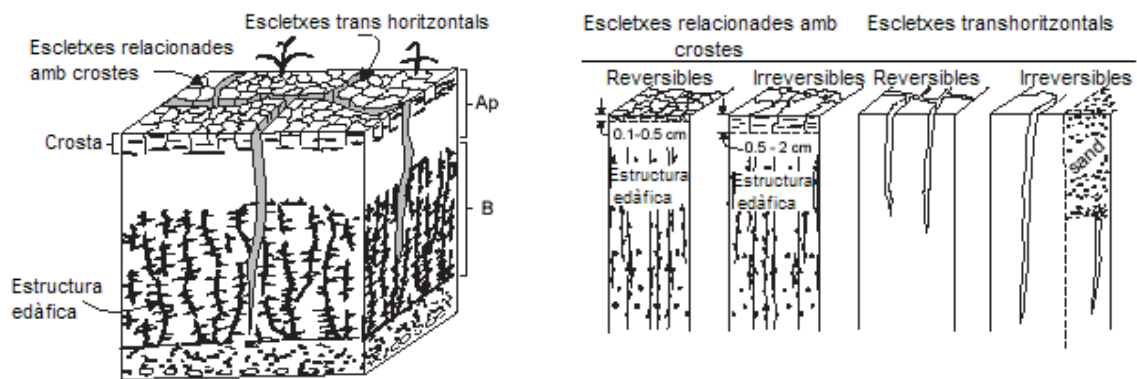


Figura 43: Tipologia d'esquerdes (NRCS-USA, 2002)

- Quantitat: La quantitat d'esquerdes s'avalua seguint els criteris proposats per SINEDARES (taula 26).

Taula 26: Criteris per a la descripció de la quantitat d'esquerdes (SINEDARES)

Criteri	Descripció
Separació entre esquerdes >30 cm	Poques
Separació entre 10 i 30 cm	Freqüents
Separació menor de 10 cm	Abundants

- Freqüència: S'indica el nombre mig d'esquerdes per m² a la superfície del sòl o a la paret del perfil que s'està descrivint.

- Profunditat mitja de les esquerdes: S'avalua introduint un cable d'uns 2 mm de diàmetre i mesurant la profunditat des de la superfície.

4.19 Estudi de superfícies

Les superfícies dels agregats, parets de cavitats, galeries, etc. poden presentar modificacions en la seva composició i/o en la disposició dels constituents en relació als materials adjacents del sòl. Aquestes modificacions poden ser:

- Revestiments: Els revestiments són els trets morfològics que impliquen canvis texturals observables. Es manifesten per una major concentració d'una fracció granulomètrica determinada al damunt d'una superfície, en comparació amb el material que l'envolta (tenen textures diferencialment observables).

Els revestiments estan lligats a processos de transport i posterior sedimentació a les superfícies, Com que el material translocat gràcies a l'acció de l'aigua (està dispers i no dissolt, tret que ens permet diferenciar els revestiments de les acumulacions) s'acaba acumulant als llocs per on aquesta circula (superfícies de galeries, canals d'arrels, etc.). El transport pot implicar, o no, una granoclassificació del material, de manera que distingim:

- Revestiments sense granoclassificació del material
 - Revestiment matricials: Lligats a processos de desestructuració.
 - Revestiments matricials + m.o: Lligats a processos de desestructuració d'horitzons A.
- Revestiments amb granoclassificació del material
 - R. de sorra: Lligats a processos de desestructuració o dispersió.
 - R. de llim: Lligats a processos de desestructuració o dispersió.
 - R. d'argila: Lligats a processos de dispersió. Es caracteritzen perquè les superfícies són més llises, més vermelloses i més brillants que la matriu de l'horitzó.
 - R. de llim i argila: Lligats a processos de desestructuració.
 - R. d'argila recarbonatats: Lligats a processos de desestructuració.

- Cutans de pressió: Cares d'agregats més llises, suaus i brillants que la resta de la matriu, i que estan en contacte amb la superfície dels elements grossos. La seva presència està lligada a processos de contracció/expansió, i són molt freqüents en horitzons rics en argiles expansibles sotmesos a intensos processos d'aquest tipus.
- Cares de lliscament (slickensides): Cares de fregament entre agregats (superfícies lluent, polides, i amb estries en la direcció del fregadís). Apareixen en horitzons rics en argiles expansibles.

En aquest apartat es descriurà:

- Naturalesa de les superfícies: S'indicarà si es tracta d'un revestiment (tipus), un cutan de pressió o bé una cara de lliscament.
- Quantitat: La quantitat s'avalua seguint els criteris proposats per SINEDARES (taula 27).

Taula 27: Criteris per l'avaluació de la quantitat de revestiments, cutans de pressió i cares de lliscament (SINEDARES)

Descripció	Criteri % de superfície afectada
Pocs	<10%
Freqüents	10-50%
Abundants	50-80%
Continus	>80%

- Localització: Es descriu: Associades a les cares (verticals, horitzontals) dels elements de l'estructura, als porus, als canals de les arrels, als grans de sorra, als elements grossos, a les fissures, etc. Poden estar associats a:
 - Porus
 - Canals d'arrels
 - Porositat
 - Fissures dels elements grossos
 - Grans de sorra: recobrint-los o bé fent de pont entre varis grans
 - Elements grossos (de l'esquelet)
 - Part superior dels elements grossos (casquets)
 - Altres
 - Acumulacions(nòduls, crostes, ...)
 - Cares d'agregats
 - Massa basal de l'horitzó

- Distribució
 - Per tot l'horitzó
 - En bandes
 - En digitacions
 - Localitzats
 - Irregularment distribuïts
 - A la part superior de l'horitzó
 - A la part central de l'horitzó
 - A la base de l'horitzó
 - Al límit de l'horitzó
 - Augmentant en profunditat
 - Disminuint en profunditat
- Gruix dels revestiments
- Grau de definició dels revestiments: Es descriu a partir dels criteris de la taula 28.

Taula 28: Criteris per a la descripció del grau de definició dels revestiments (SSM, 1993)

Descripció	Criteri
Dèbil	Visibles únicament amb l'ajuda d'un augment de 10X. El contrast amb el material adjacent en color, textura i altres propietats és molt petit.
Marcat	Poden detectar-se sense augment tot i que una identificació positiva fa necessari l'augment o algun tipus d'assaig.
Prominent	Visible sense augment quan es compara amb una superfície fragmentada del sòl. Contrast agut del color, textura o altres propietats respecte el material adjacent, o bé gruix suficientment gran del revestiment per fer-lo visible.

4.20 Acumulacions

Les acumulacions són cossos d'origen edafogenètic que estan enriquits en un component particular i no s'associen a un tipus de superfície concreta dins del sòl. El seu origen edafogenètic fa referència al fet que no existien en el material originari del sòl amb aquesta forma, sinó que poden provenir d'altres horitzons, d'una remobilització dins del mateix horitzó, pot ser que s'hagin format dins del sòl per transformacions químiques, bioquímiques o fisicoquímiques, etc.

La identificació d'una acumulació de naturalesa i component concrets en un horitzó ens permet inferir altres propietats, com per exemple els processos edafogenètics d'aquell sòl, el comportament de les arrels i les condicions per al desenvolupament de les plantes, entre d'altres.

De les acumulacions es descriurà:

- Quantitat: Per a avaluar la quantitat d'acumulacions es seguiran els criteris de la taula 29.

Taula 29: Criteris per a la descripció de la quantitat d'acumulacions

Criteri % en volum	Descripció
0	Inexistents
< 1 %	Molt poques
2-5 %	Poques
5-20 %	Freqüents
20-40 %	Abundants
40-70 %	Molt abundants
> 70 %	Massives

- Forma:

- o Acumulacions contínues

Possibles horitzons diagnòstics: Hipergípsic, hipercàlcic, plinita, espòdic, òxic, petrofèrric, petrocàlcic, petrogípsic, duripan, orstein, plàcic.

En funció de si presenten tres dimensions aproximadament semblants (3D) o bé n'hi ha una d'elles que està fortament limitada (~2D) distingirem diferents formes d'acumulacions contínues (taula 30).

Taula 30: Formes d'acumulacions contínues segons les dimensions

Dimensions de l'acumulació	
3D	2D
Generalitzada	Lloses
Cuirasses	Bandes
Crostes	Enreixats
- Nodular	
- Oolítica	
- Conglomeràtica	
- Acintada o laminar	
- Complexa	

- o Acumulacions discontinúes

Possibles horitzons diagnòstics: Càlcic, gípsic, càmbic, sàlic, espòdic

Es poden distingir diferents formes d'acumulacions discontinúes segons els elements als que estiguin associades (taula 31).

A les figures 44 i 45 es mostren dues de les acumulacions discontinúes explicades a la taula 31.

Taula 31: Formes d'acumulacions discontinües

Elements als que està associada	Formes d'acumulacions discontinües
Superfícies (en general) més o menys contínues	- Eflorescències - Crostes
Porus	- Cristalls i intercreixements cristal·lins - Pseudomicel·lis - Masses pulverulentes - Revestiments - Reompliments (rellenos): vermiformes
Elements grossos	- Péndents o ciment geopetal - Casquets - Revestiments
Cares d'agregats	- Cristalls i intercreixements cristal·lins - Pseudomicel·lis - Masses pulverulentes - Revestiments
Massa basal de l'horitzó	- Cristalls i intercreixements cristal·lins - Làmines i intercalacions - Masses pulverulentes - Intercalacions - Nòduls (oolits, pisòlits, halos, pseudomòrfics...)



Figura 44: Acumulacions discontinües en forma de ciment geopetal associades a elements grossos



Figura 45: Acumulacions vermiformes

- Composició: A la taula 32 es pot observar una relació dels diferents components de les acumulacions i les possibles denominacions d'horitzó diagnòstic per a l'horitzó on es troben.

Taula 32: Components de les acumulacions i possibles denominacions dels horitzons diagnòstics

Component	Possibles horitzons diagnòstics	Forma i altres observacions
<u>Components majoritaris</u>		
Carbonat càlcic	Càlcic, hipercàlcic, petrocàlcic, càmbic.	Pendents, nòduls, calcària pulverulenta
Guix	Gípsic, hipergípsic, petrogípsic	Vermiforme, cristalls
Sals solubles neutres	Sàlic	En sòls salins. Crostes, cristalls i intercreixements cristal·lins.
Jarosita (sals solubles àcides)	Sulfúric	Nòduls i revestiments
Sílice	Duripan	Nòduls i durinodes
Òxids/hidròxids de ferro - amb m.o - sense m.o	Espòdic, orstein Petrofèrric, petroplinita	Nòduls, aliòs, cuirasses Taques redox, nòduls, revestiments, làmines, intercalacions.
Òxids de manganès		Taques redox
Ferromangàniques: - amb m.o - sense m.o	Plàcic	Taques redox, pisòlits
Sulfurs		Materials sulfídics
Gibbista		Pseudomorfs d'alteració, revestiments i micrònòduls, laterites i bauxites.
Matèria orgànica + Al		
<u>Components minoritaris</u>		
Vivianita		Redox. Taques blanques <i>versus</i> blau per oxidació. Intercreixements cristal·lins i microndòduls.
Barita		Intercreixements cristal·lins i microndòduls.
Celestita		Intercreixements cristal·lins i microndòduls.
Siderita		Redox
Rodocrosita		Redox

- Localització: Les acumulacions poden estar associades als següents elements:
 - o Superfícies
 - Superfície del sòl
 - Superfície de la calicata
 - Zona d'ascens capil·lar freàtic

- Porus
 - Canals d'arrels
 - Porositat
- Elements grossos (de l'esquelet)
- Cares d'agregats
- Massa basal de l'horitzó
- Distribució:
 - Per tot l'horitzó
 - En bandes
 - En digitacions
 - Localitzades
 - Irregularment distribuïdes
 - A la part superior de l'horitzó
 - A la part central de l'horitzó
 - A la base de l'horitzó
 - Al límit de l'horitzó
 - Augmentant en profunditat
 - Disminuint en profunditat
- Orientació:
 - Sense orientació definida
 - Horitzontals
 - Verticals
 - Obliques
- Duresa:
 - Toves
 - Extremadament toves
 - Lleugerament dures
 - Molt dures
- Color: Apartat 4.4

4.21 Límits entre horitzons

Del límit inferior dels horitzons es descriurà:

- Nitidesa o amplitud: Es descriurà segons els criteris proposats per Hodgson (1976), que es mostren a la taula 33.

Taula 33: Criteris per a la descripció de la nitidesa o amplitud del límit dels horitzons (Hodgson, 1976)

Criteri: Distància vertical en la que es produeix el canvi al següent horitzó	Descripció
<0,5 cm	Molt abrupte
0,5-2 cm	Abrupte
2-5 cm	Net
5-10 cm	Gradual
>10 cm	Difós

- Forma o topografia: Fa referència a la forma de la intersecció de la superfície de separació entre horitzons amb un pla vertical. Es distingeixen els següents límits (figura 46):
 - Pla: El límit gairebé és pla, paral·lel o subparal·lel a la superfície
 - Ondulat: El límit forma sinuositats que són més amples que profundes.
 - Irregular: El límit forma sinuositats que són més profundes que amples
 - Angulós
 - Dendrític
 - Digitat
 - En llengües
 - Lobulat
 - Discontinú: Límit interromput o trencat. L'horitzó és discontinu, desenvolupat en fissures, com per exemple un B sobre una roca calcària dura.

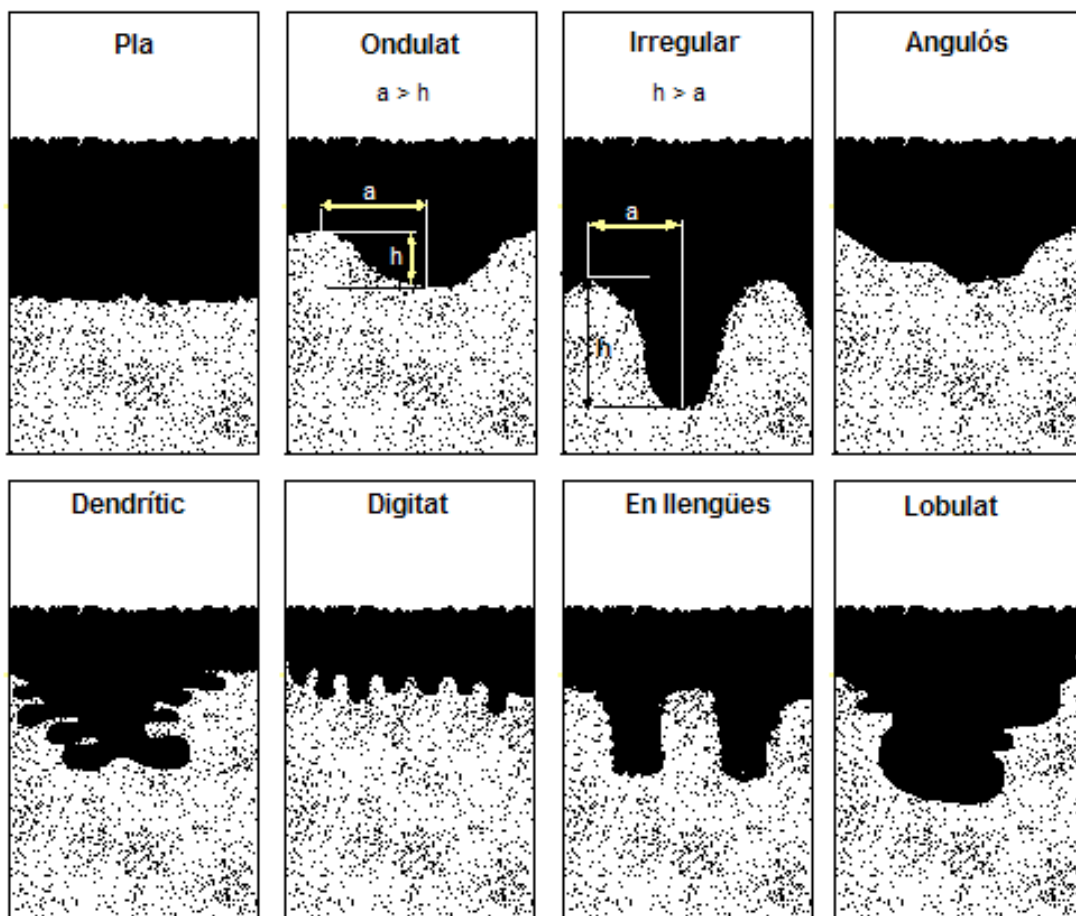


Figura 46: Formes dels límits dels horitzons

5. MOSTREIG

Un cop s'han descrit els diferents horitzons identificats al perfil, cal procedir a la recollida de mostres de cadascun d'ells per tal de realitzar altres determinacions al laboratori. Quan aquestes determinacions són físiques cal que agafem mostres inalterades del sòl, per tal que es mantingui el sistema de porus, mentre que per a les determinacions químiques podem recollir mostres alterades.

Les mostres alterades s'han de prendre horitzó a horitzó, començant per la base del perfil de manera que no contaminem amb terra d'altres horitzons la part que encara no s'ha mostrejat.

S'ha de procurar mostrejar la part central de l'horitzó i evitar aquelles zones de transició entre horitzons, que no serien del tot representatives. És convenient marcar amb un ganivet la zona que es mostrejarà abans de començar.

Les mostres es guardaran en bosses de plàstic netes per tal d'evitar la seva contaminació, que ens donaria resultats equívocs en les determinacions que realitzéssim posteriorment.

Marcarem el codi d'identificació del perfil a la bossa, així com el nom de l'horitzó, mitjançant un rotulador permanent.