



BLOC 1:
EL SISTEMA TERRA
I EL MEDI
AMBIENT

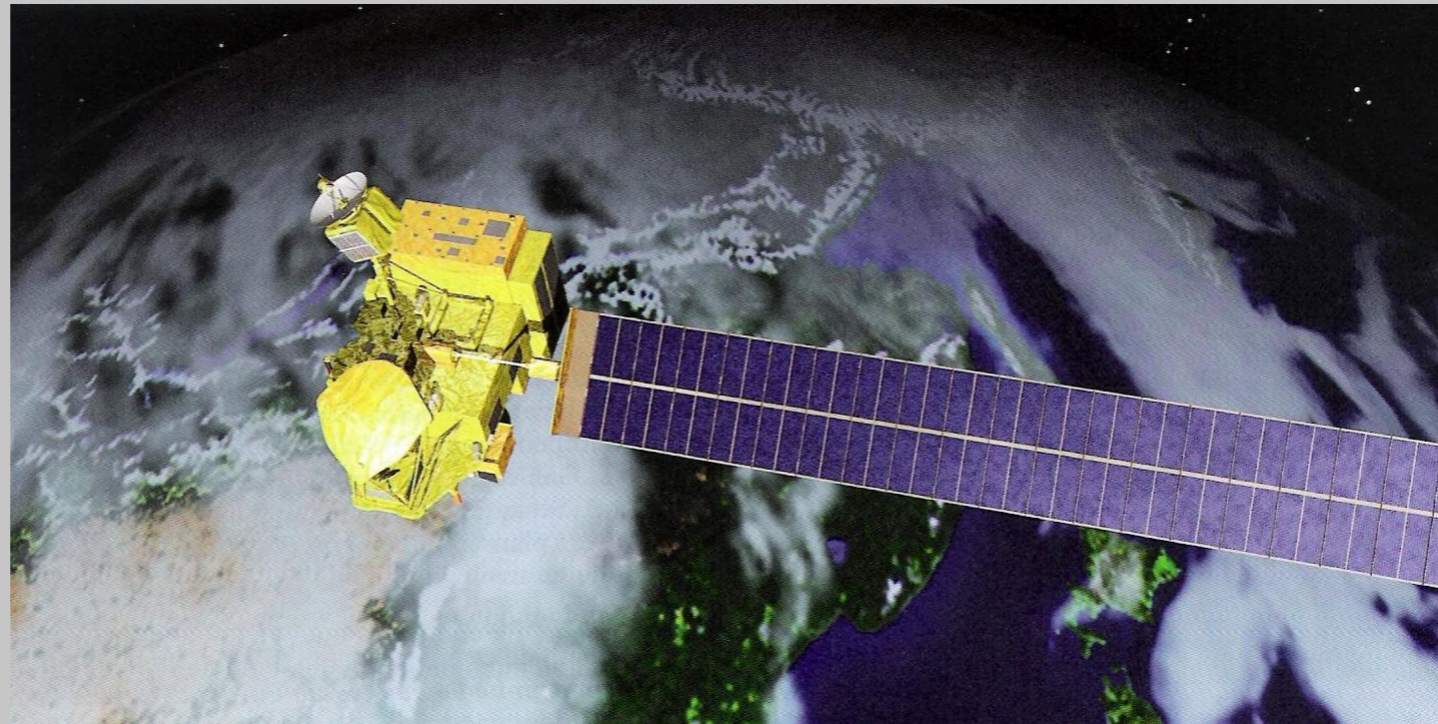


TEMA 2

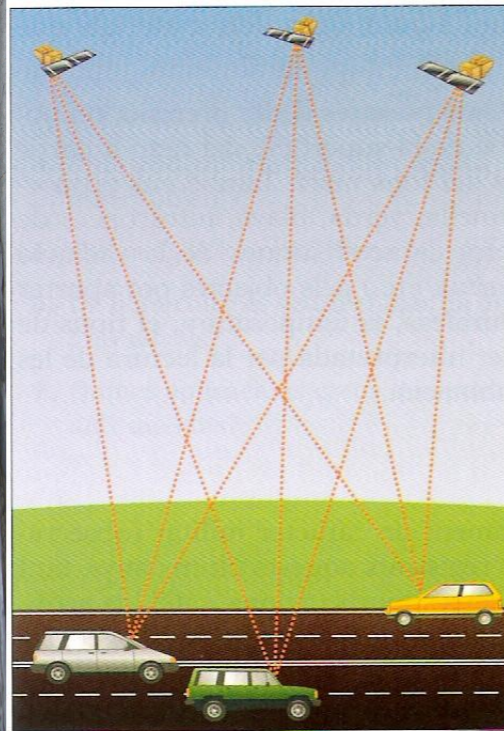
TELEDETECCIÓ I REPRESENTACIÓ DE LA TERRA

ELS SATÈLITS

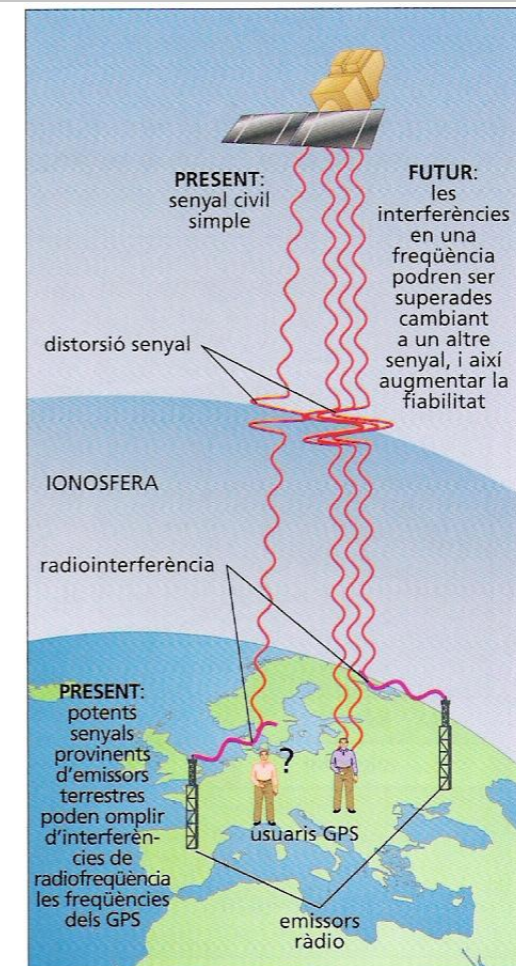
- Geoestacionaris - Fixos sobre un punt de la Terra. Ex: Meteosat
- Mòbils



Sistemes globals de navegació per satèl·lit: GPS, GLONASS, EGNOS, Galileu,... Permeten conèixer les coordenades geogràfiques d'un punt concret amb un error de pocs metres.



*A l'esquerra: Sistema de triangulació per determinar la posició del receptor de posicionament global.
A la dreta: Canvis en el funcionament de la recepció de senyals de posicionament global.
A sota: Receptor de senyal i navegador de posicionament global.*



Document

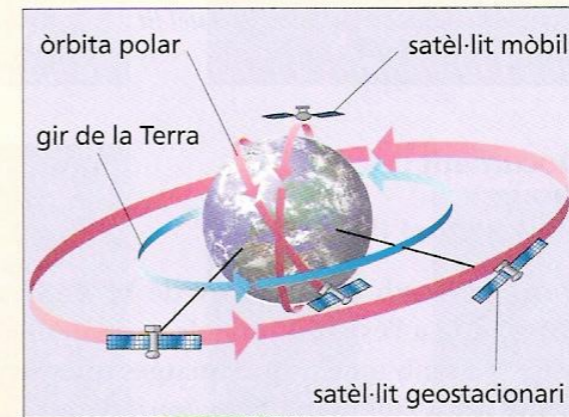
L'òrbita ideal del satèl·lit

L'objectiu del satèl·lit determinarà, a més dels instruments que ha de portar, les característiques de l'òrbita, com ara l'alçada, la inclinació i, indirectament, la freqüència de gir.

L'**alçada** condiona la quantitat de superfície de la Terra que capta el satèl·lit. Més alçada implica més superfície, tot i que això també comporta menys precisió, atès que cada píxel (quadrat mínim d'informació) representa més quantitat de metres quadrats de superfície terrestre. Podem distingir els d'**òrbita baixa** (per sota dels 2 000 km) com el telescopi Hubble o la ISS (Estació Espacial Internacional), els d'**òrbita mitjana** (entre els 2 000 i els 35 786 km) com els sistemes de navegació global (GPS i Galileo) i els d'**òrbita geosincrònica** (a 35 786 km), que tenen el mateix període de rotació i el mateix sentit de gir que la Terra, com els satèl·lits meteorològics, això els permet enviar imatges amb una freqüència de 15 minuts, aspecte molt important per fer prediccions.

La **inclinació** és l'angle que forma el pla de gir del satèl·lit en relació amb l'equador celeste, perllongament de l'equador de la Terra. Entre aquests podem trobar els d'**òrbita polar**, amb una inclinació propera als 90° que els fa passar a prop dels pols en cada revolució, escombrant un fus de la Terra en cada passada fins a completar gairebé la totalitat de la superfície terrestre; els d'**òrbita equatorial**, d'inclinació de 0° com els geostacionaris (*Meteosat*, *NOAA*), i els d'**òrbita polar heliosincrònica**, que mantenen sempre la mateixa orientació respecte a l'eix Sol-Terra, de manera que el pla de gir del satèl·lit tarda un any a fer una volta completa a la Terra.

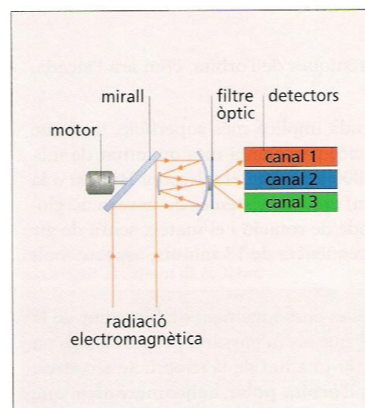
1. Observa en el programa de simulació Celestia (*unitat 3*) quin és el tipus d'òrbita del Hubble i de l'Estació Espacial Internacional (ISS).
2. Calcula l'angle de visió del Meteosat, que es troba 42 164 km del centre de la Terra.
3. Atesa la curvatura de la superfície de la Terra, fes un dibuix de la forma de la península Ibèrica que deu observar el Meteosat sense que es faci una correcció de la imatge.
Comprova el resultat a <http://www.infomet.fcr.es/meteosat/>.



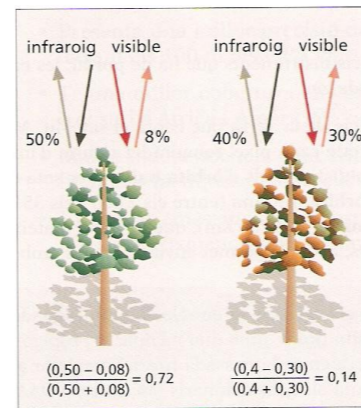
Celestia

TELEDETECCIÓ: LA TERRA DES DE L'ESPAI

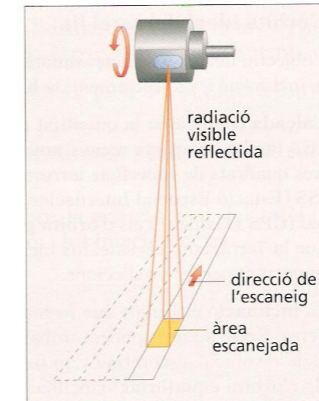
Consisteix en la captació a través d'uns sensors adequats, de l'energia electromagnètica que emeten o reflecteixen els cossos i que ens donen informació de les seves propietats físiques i químiques.



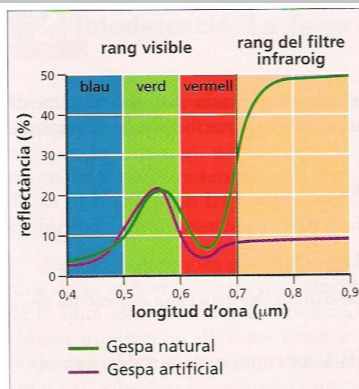
Espectre de colors de les fotos de satèl·lit.

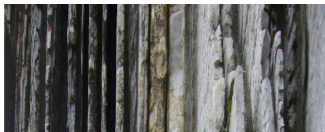


Utilització de la informació separada en canals per determinar la qualitat de la vegetació.



Un satèl·lit rebent llum i separant internament les diferents longituds d'ona per ser capturades per diferents sensors.



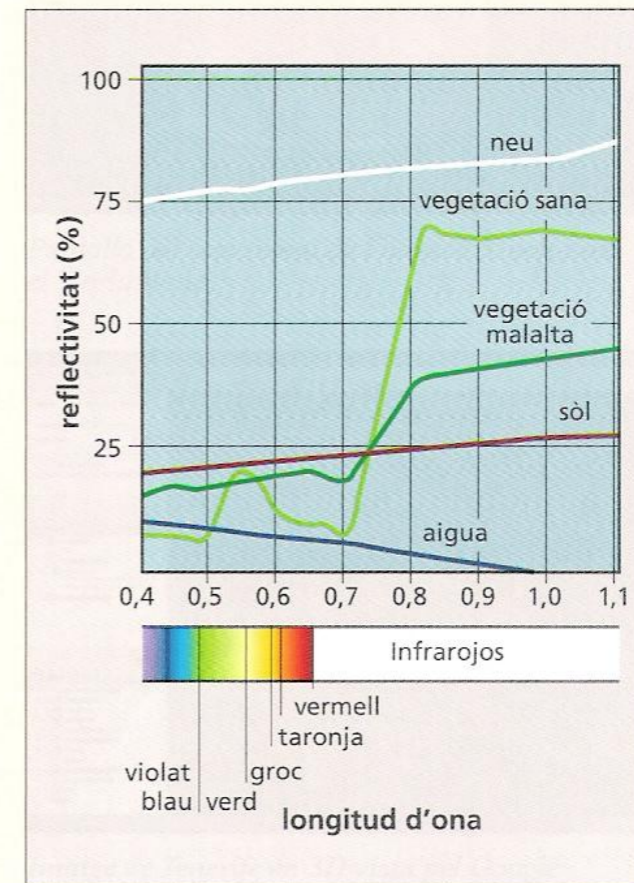


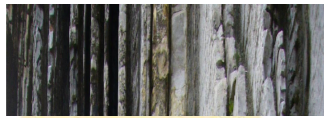
Interpretació

L'absorció espectral

La signatura espectral representa el comportament de cada material respecte de l'absorció o de la reflectivitat de l'energia electromagnètica. D'aquesta manera l'estudi dels píxels que formen les imatges digitals permet deduir el tipus de material representat.

1. Quines són les variables representades en el gràfic?
2. Quin és el material que més energia reflecteix? I el que més n'absorbeix?
3. Per què es veu la neu blanca i l'aigua, blava?
4. Com podem detectar si la coberta vegetal d'una zona està sana o presenta algun problema?
5. Quina és la longitud d'ona que més ajuda a discriminar el tipus de material?
6. De quin color és veurà el mar en una imatge del canal infraroig del *Meteosat*? I els núvols?
7. Quines aplicacions creus que pot tenir l'estudi dels espectres de les imatges dels satèl·lits?





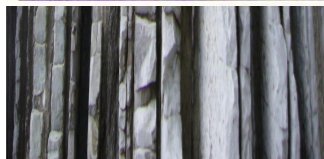
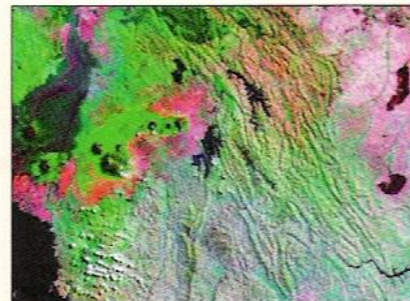
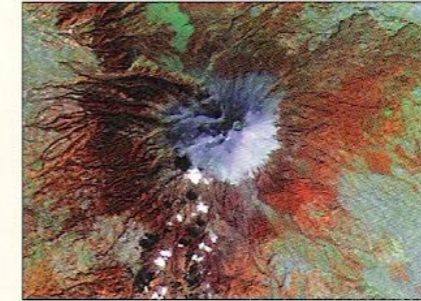
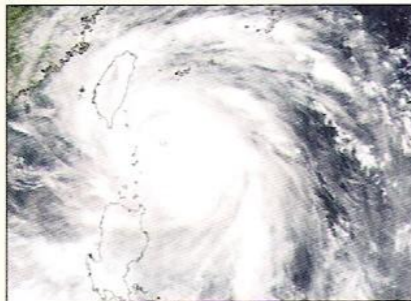
Interpretació

Imatges des de l'espai

Les imatges de satèl·lit ens aporten molta informació en diversos camps, com per exemple en l'agricultura, els usos del sòl, els mapes cadastrals, la topografia, els plans d'urbanisme, els boscos, els riscos naturals, la contaminació, la geologia, la investigació petrolera i minera, l'estudi de les costes i del mar, la meteorologia, etc.

En aquestes imatges hi ha exemples diversos: *a)* un tifó, *b)* el vessament del *Prestige*, *c)* la inundació provocada per un riu, *d)* un volcà a punt d'entrar en erupció (el punt verd del cràter indica una gran temperatura), *e)* volcans i estructures geològiques, *f)* incendis a Austràlia, *g)* camps de diversos conreus, i *h)* l'atemptat de l'11 de setembre a Nova York.

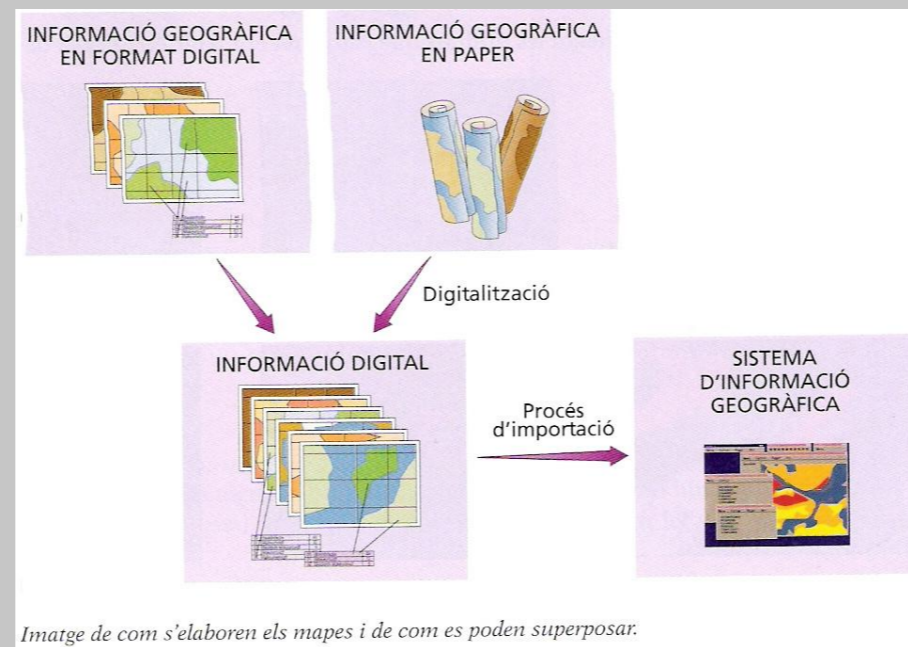
Identifica cada imatge i comenta les utilitats que cada una pot tenir en l'estudi de les ciències de la Terra.



Sistemes d'informació geogràfica (SIG): És un sistema informàtic que permet introduir, analitzar i gestionar dades alfanumèriques (bases de dades) i gràfiques (=cartografies) que estan georeferenciades .

Imatges de teledetecció, ortofotografies, mapes temàtics,....

Fulls Excel, taules Access, fitxers de so i vídeo, adreces d'Internet,...

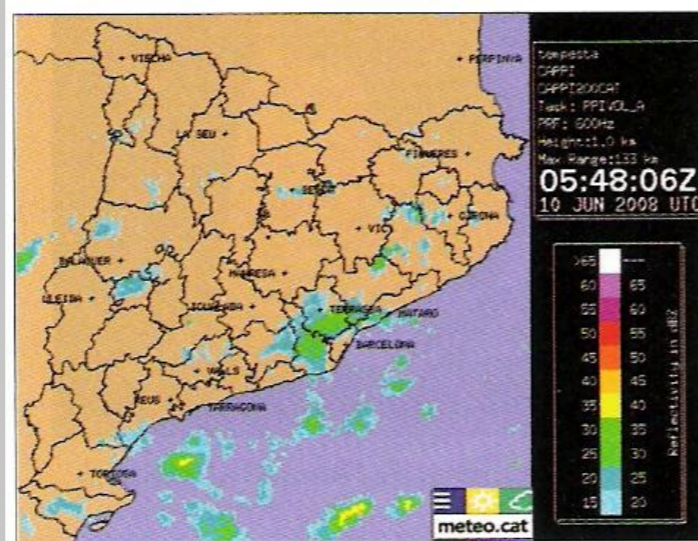


Ex: MiraMon (http://www.creaf.uab.es/miramon/index_ca.htm)
Google Earth

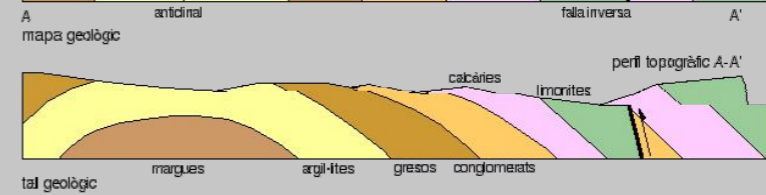
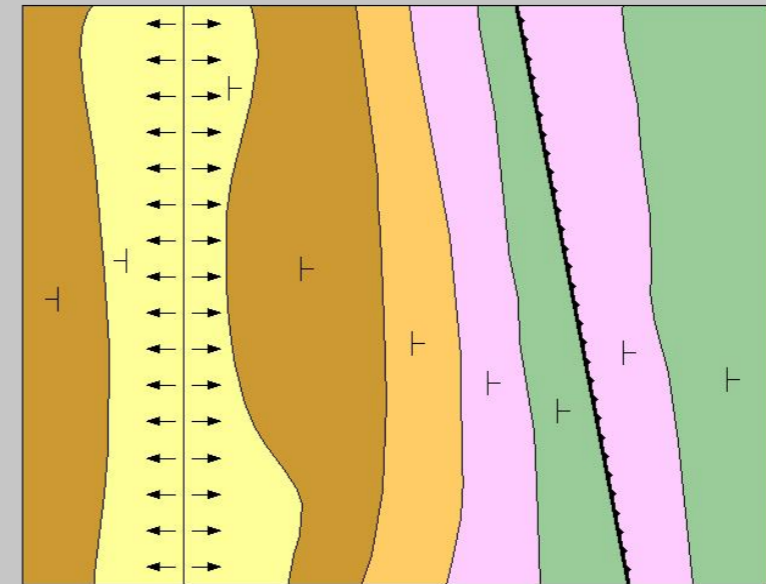
Formes de representació i anàlisi de dades

Mapes temàtics

Representacions del terreny sobre els quals es superposen les dades d'una o diverses variables



Mapa temàtic de la teledetecció per radar de tempestes.



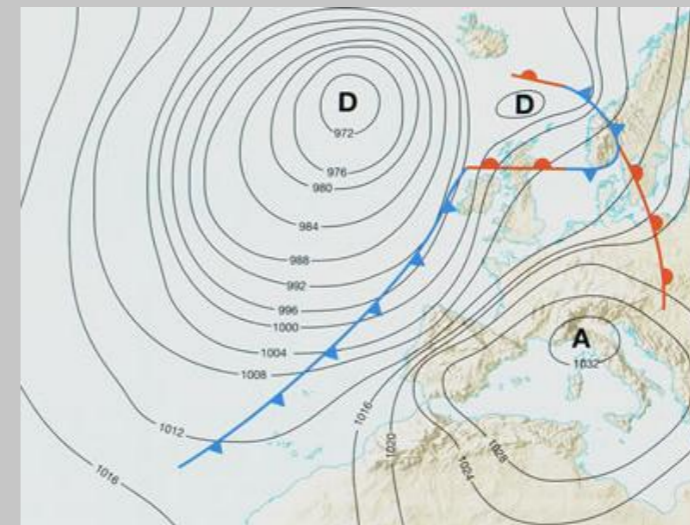
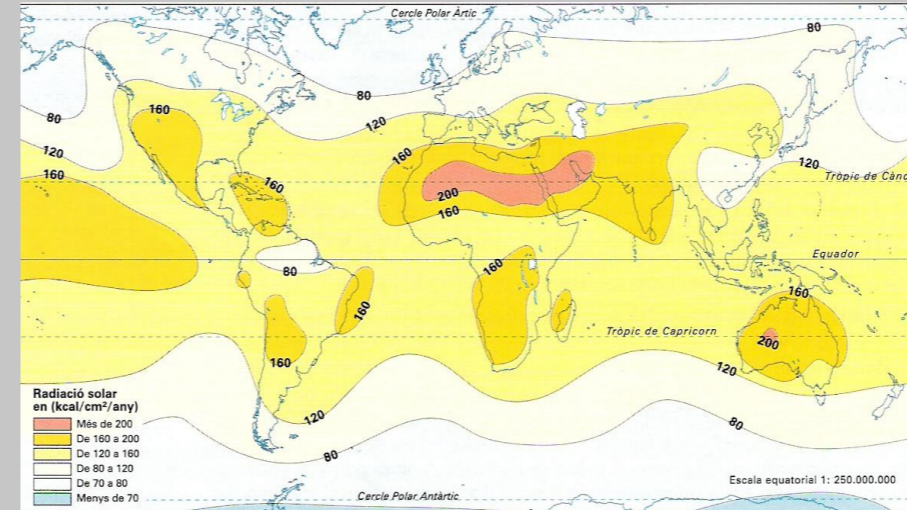
Mapes geològics

(Annex 2: La cartografia geològica. Pàg 267)

[Exercicis: Els talls geològics 1](#)

Els Mapes d'isolínies

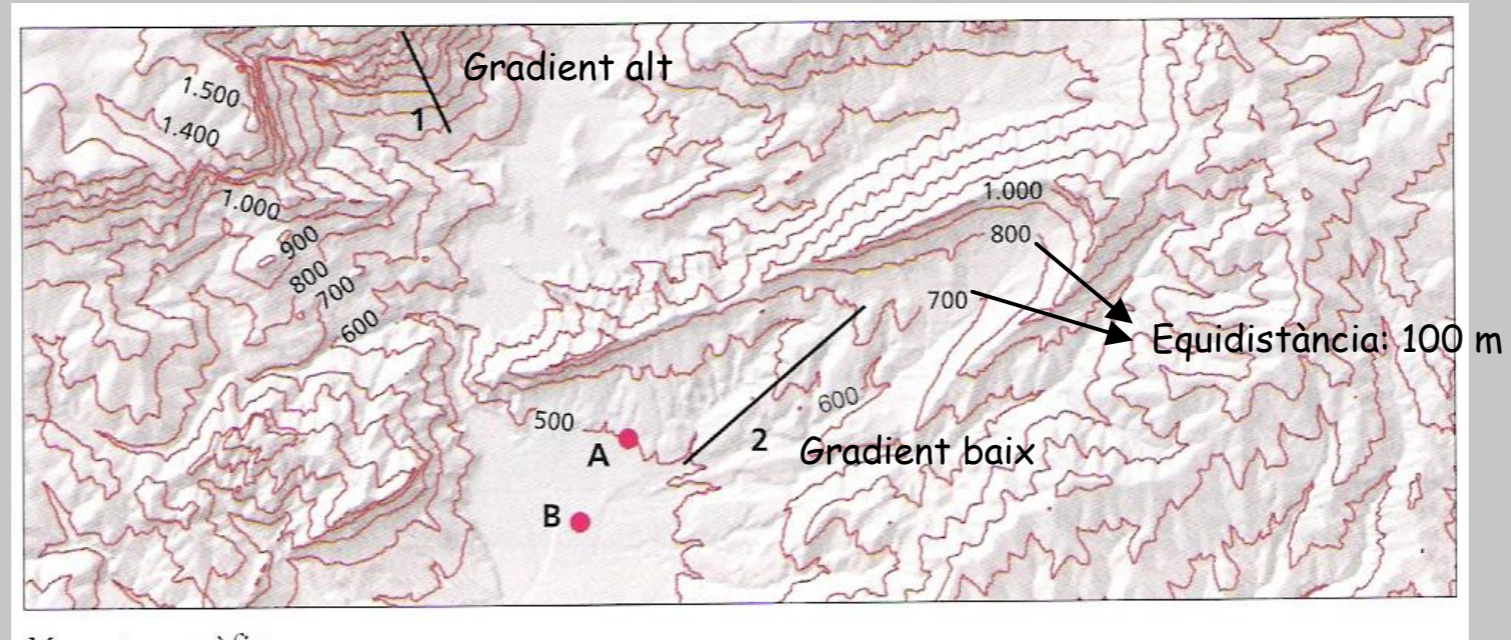
Isolínies - Línies que uneixen punts amb el mateix valor de la variable que es representa. Ex: Isòbares - igual pressió atmosfèrica / corbes de nivell - igual altitud, isoclines, isosistes, isoterms, ...



Cal destacar:

1. Dos isolínies no poden creuar-se mai.
2. Nomès els punts de la geografia creuats per una línia representen un valor precís.
3. El gradient

Els Mapes topogràfics



[Institut Cartogràfic de Catalunya](http://www.ite.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2000/arqueologia/Mapas_Topograficos_2.html)

http://www.ite.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2000/arqueologia/Mapas_Topograficos_2.html

Curvas de nivel en plano



Curvas de nivel levantadas en superficie



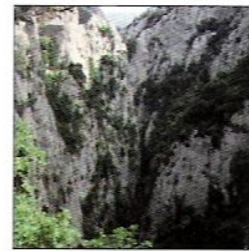
Una observació detallada de les corbes de nivell permet deduir les formes del relleu.



Vall per on circulen les aigües pluvials



Carena muntanyosa, Cim o línia divisòria d'aigües



Clot



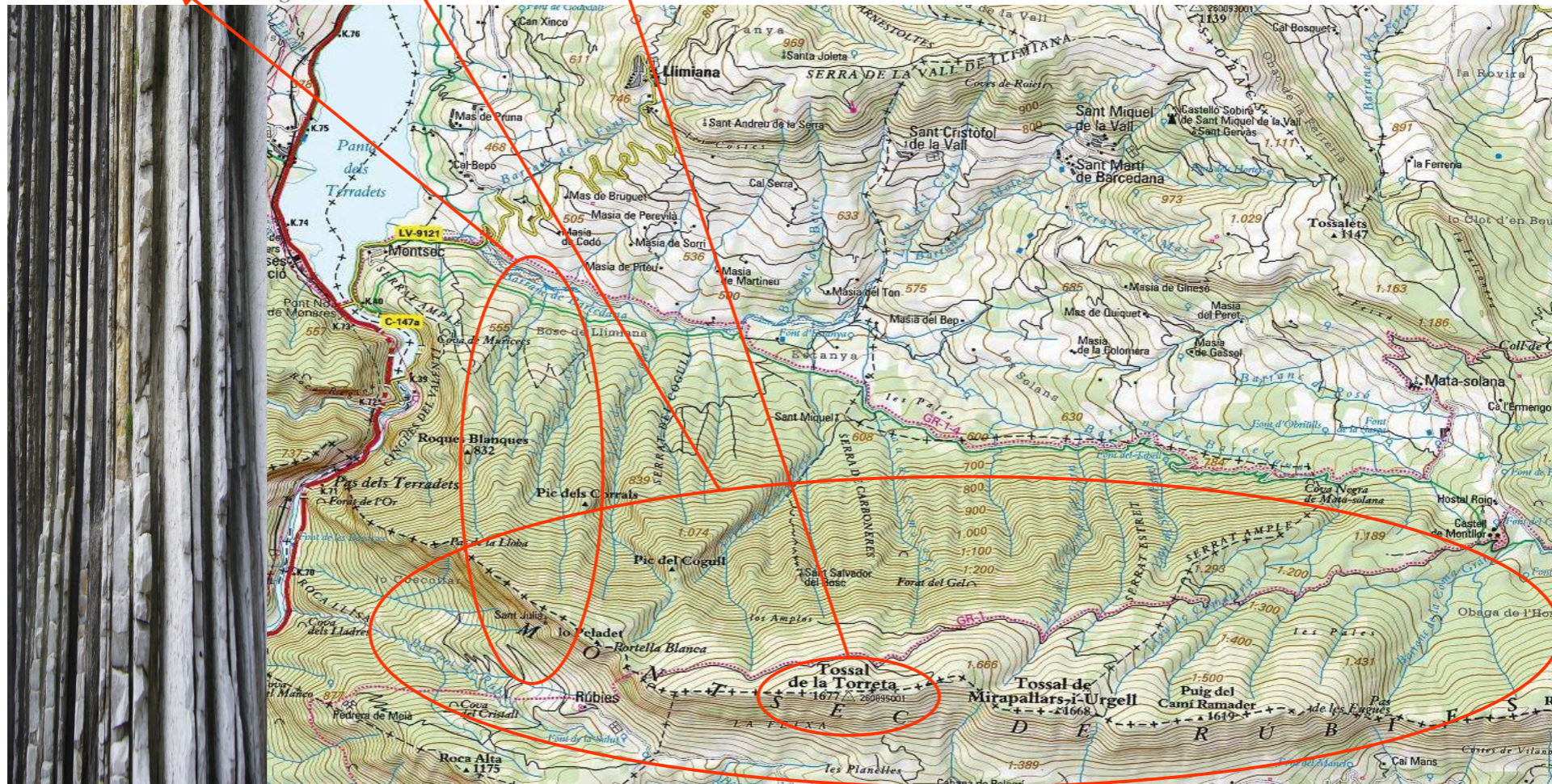
Penya-segat



Altiplà



Coll



Una observació detallada de les corbes de nivell permet deduir les formes del relleu.



Vall per on circulen les aigües pluvials

Carena muntanyosa, o línia divisòria d'aigües

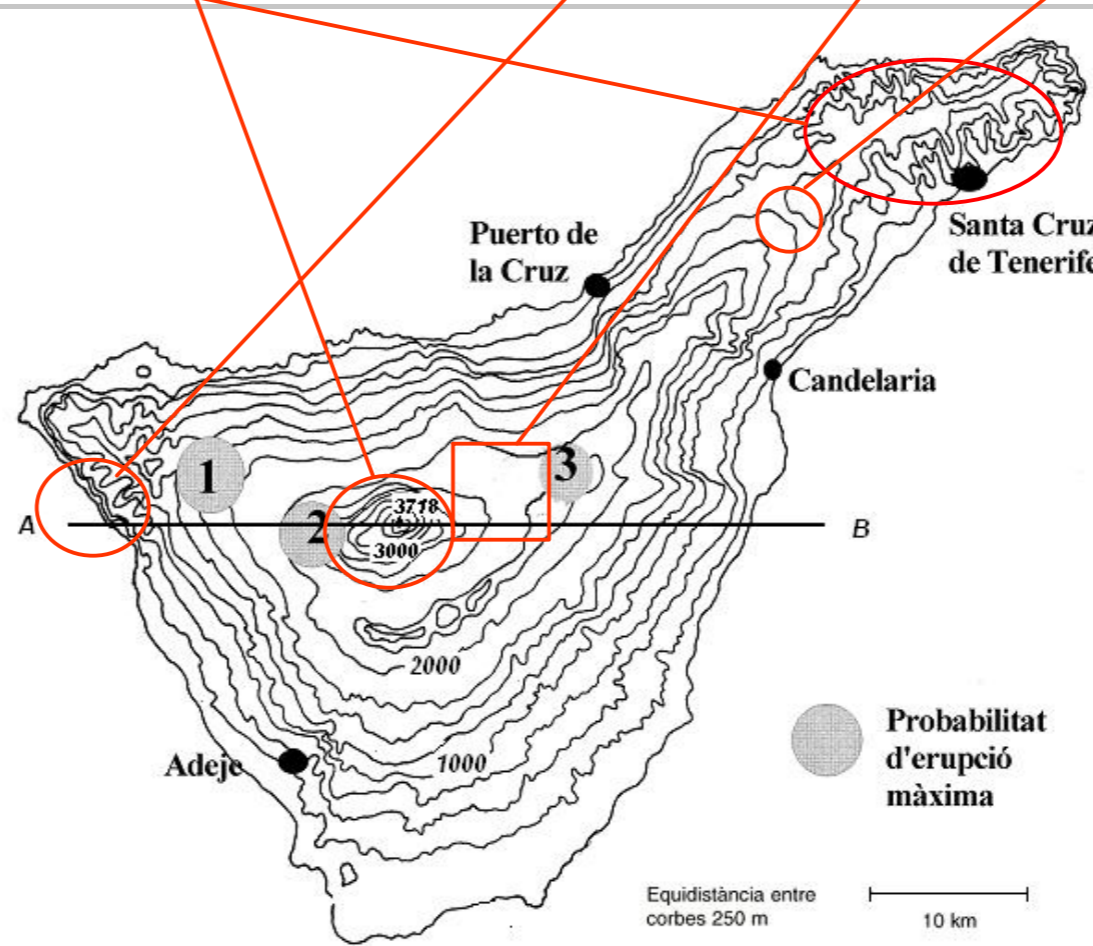
Cim

Clot

Penya-segat

Altiplà

Coll

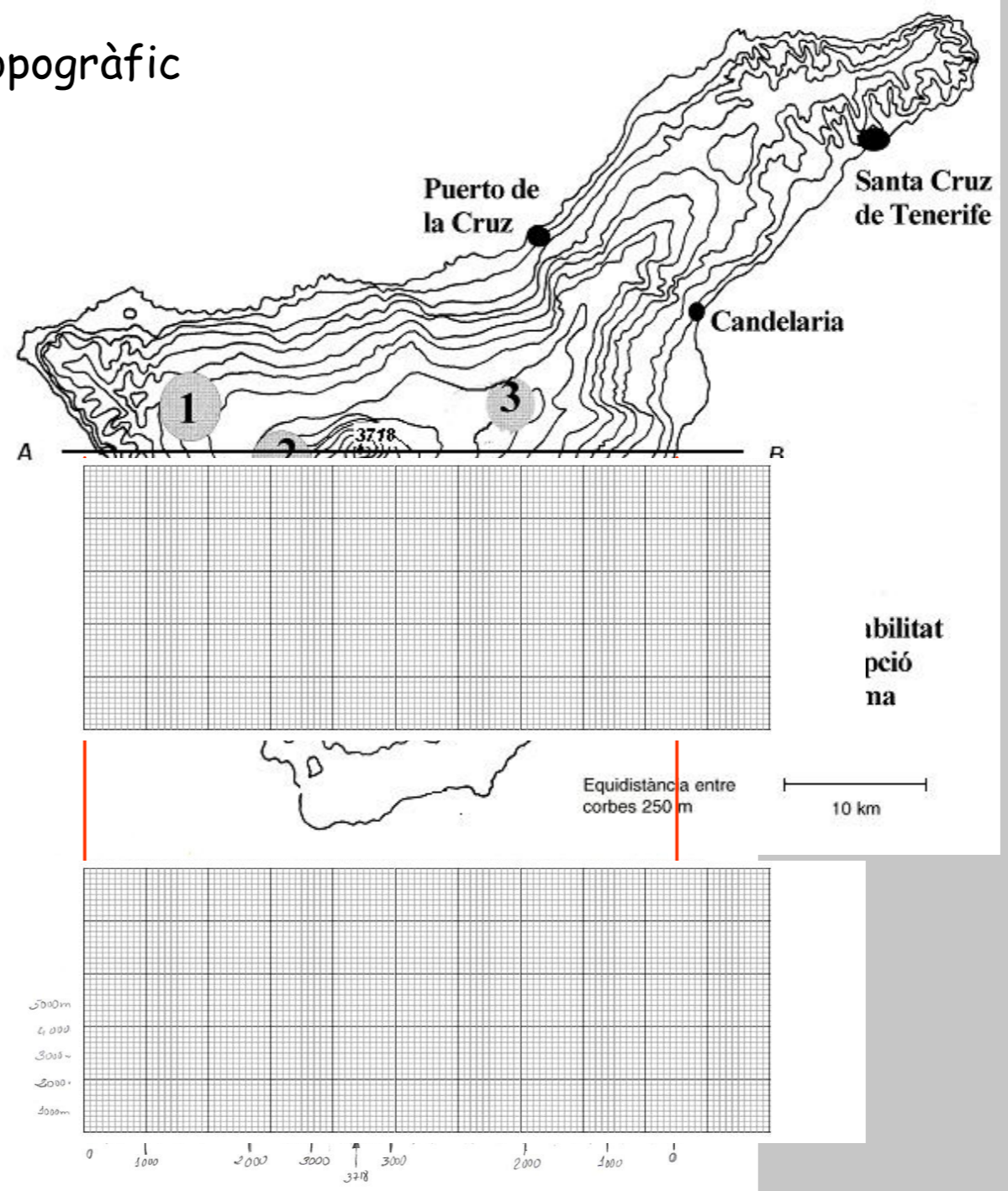


Probabilitat d'erupció màxima

Equidistància entre corbes 250 m 10 km



Perfil topogràfic





Aplicació

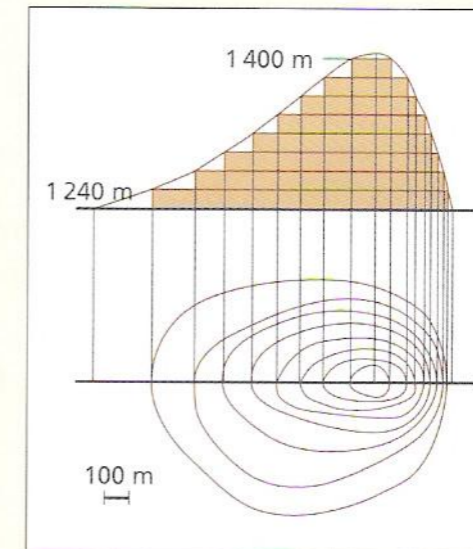
Calculant pendents

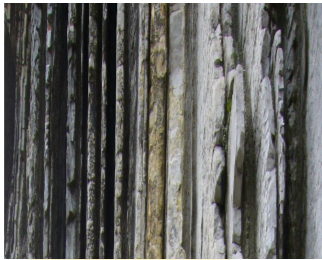
El pendent és la forma en què habitualment anomenem el gradient topogràfic, és a dir, la variació de l'altitud respecte de la distància. Habitualment, es representa en termes de tant per cent.

$$\text{Pendent} = \frac{\Delta \text{ altitud}}{\text{distància}} = \frac{20 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 0,2 = 20\%$$

Per exemple: el 20% de pendent significa que en 100 m de distància es pugen 20 m.

1. Calcula el pendent dels dos vessants d'aquesta muntanya.
2. Què representa un pendent del 100%?
3. Hi poden haver pendents de més del 100%? Com serien les corbes de nivell?



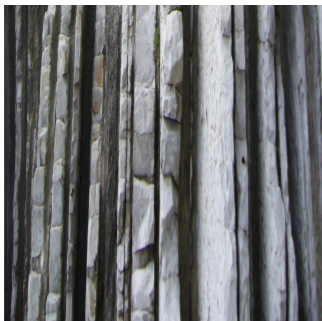
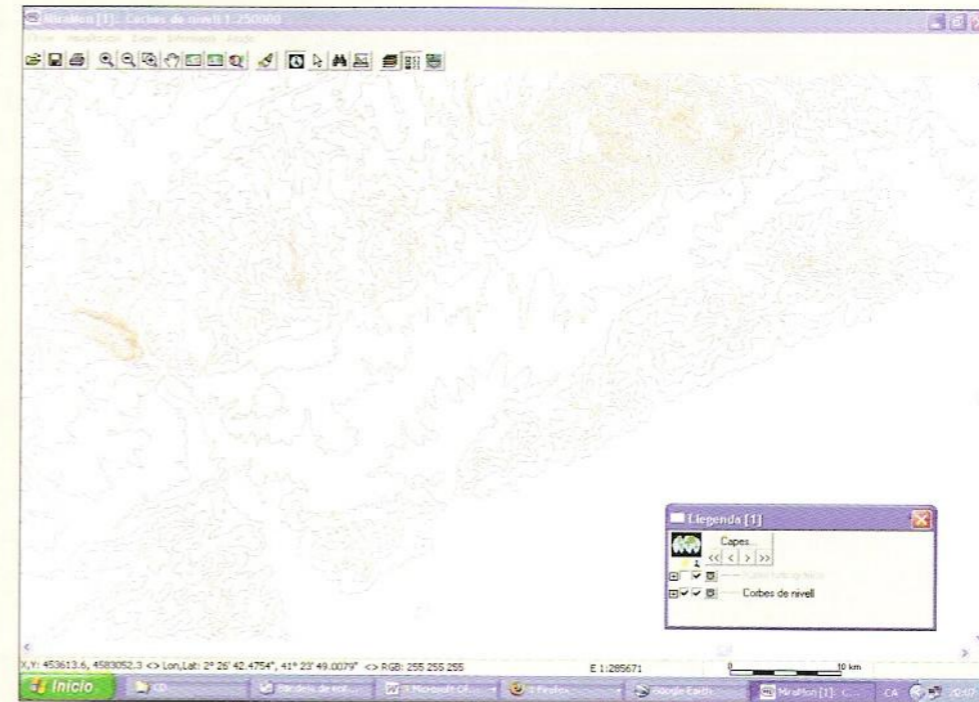


Aplicació

El mapa topogràfic amb SIG

La combinació de sistemes de representació tridimensional com el Google Earth o el World Wind i els SIG com el MiraMon poden facilitar la identificació de les formes de relleu. Al mapa adjunt, que representa la zona nord de l'àrea metropolitana de Barcelona:

1. Dibuixa la línia de costa i els accidents topogràfics més destacables: Montserrat, la vall del curs baix del riu Llobregat, el Montseny, la vall del riu Besòs, la Serralada Litoral, la Prelitoral i la muntanya del Tibidabo, la depressió del Vallès, per on circula el riu Besòs.
2. Dibuixa les xarxes de drenatge principal dels rius Llobregat, Besòs i el que es veu de la Tordera. Comproveu el resultat amb el MiraMon superposant la capa de xarxa hidrogràfica a la base de dades del relleu.



MiraMon (http://www.creaf.uab.es/miramom/index_ca.htm)

Càlcul de superfícies:

1. Quadricular la superfície amb quadrats d'un centímetre de costat o, si es coneix, amb el mateix costat que el de l'escala gràfica del mapa.
2. Comptar per separat els quadrats que estan totalment inclosos en la superfície que es vol calcular (Q_c), i els que no hi han quedat totalment inclosos (Q_i) i dividir aquests últims entre dos.
3. Determinar el nombre total de quadrats (Q_{total}) que ocupa la superfície que cal calcular:

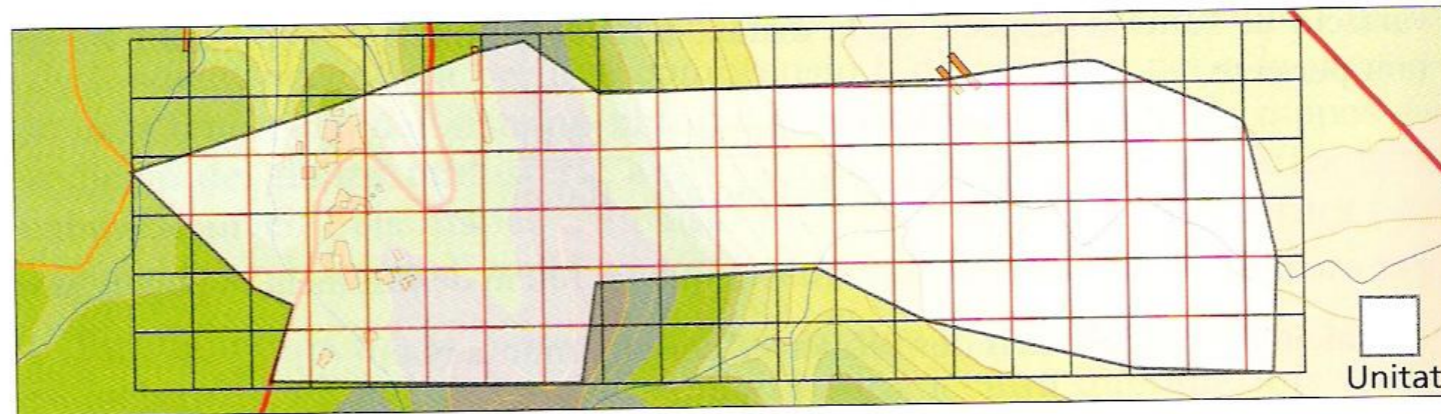
$$Q_{total} = Q_c + Q_i/2$$

4. Determinar el valor real de cada quadrat d'acord amb l'escala de la imatge.

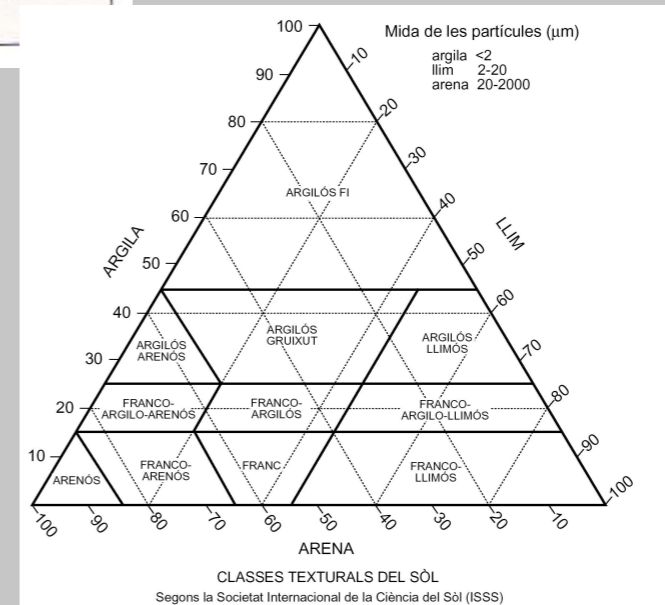
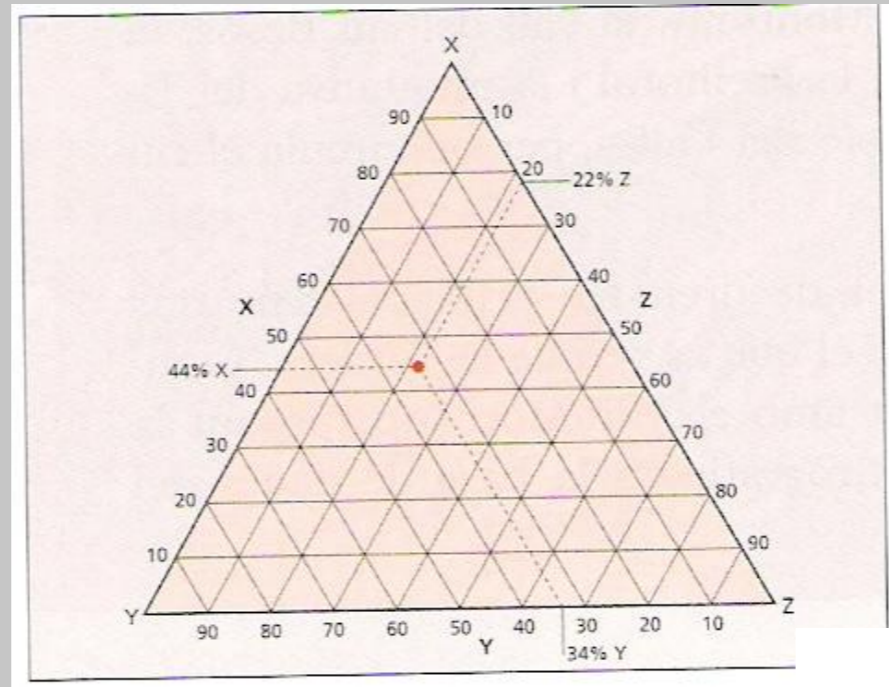
$$\text{Àrea real d'un quadrat} = (\text{escala lineal})^2$$

5. Calcular l'àrea de la superfície estudiada:

$$\text{Àrea superfície} = Q_{total} \times \text{àrea real d'un quadrat}$$



Gràfics multivariables



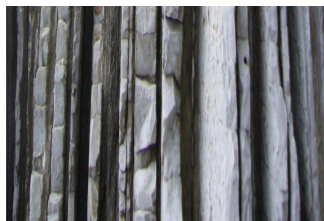
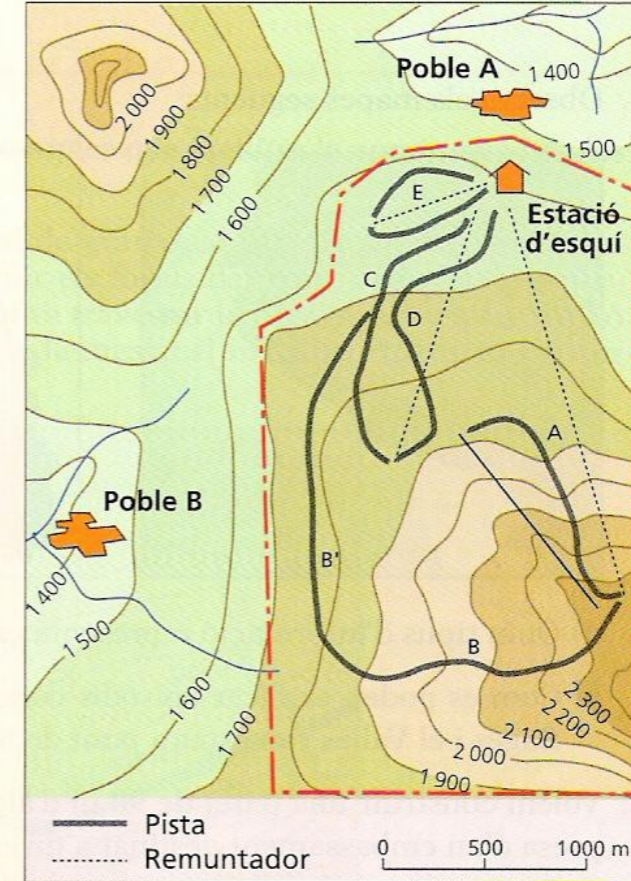


Aplicació

La cara lúdica de la muntanya

Els pobles de la comarca d'Aynadrés volen millorar els accessos a l'estació d'esquí de la zona. L'empresa encarregada de fer-ho ha de respondre el plec de condicions següent:

1. Dissenyar el traçat d'una carretera que uneixi els pobles A i B amb l'estació. Cal que tingui el recorregut més curt i no tingui un pendent mitjà superior al 5%.
2. Dissenyar el traçat d'un telefèric per accedir a la cota més alta des de la base de l'estació. Quin serà el de pendent de la línia?
3. Senyalitzar el grau de dificultat de les pistes existents d'acord amb el seu pendent mitjà: les negres són les que tenen un pendent entre el 50% i el 65%, les vermelles el tenen entre el 30% i el 50%; les blaves, entre el 30% i el 15%, i les verdes el tenen per sota del 15%.
4. Senyalitzar les zones de l'estació amb perill d'allaus (pendent entre el 35% i el 65%).
5. Determinar el punt d'instal·lació d'una antena de telefonia mòbil que pugui cobrir la major part de l'estació.
6. Calcular l'àrea total senyalitzada de l'estació.



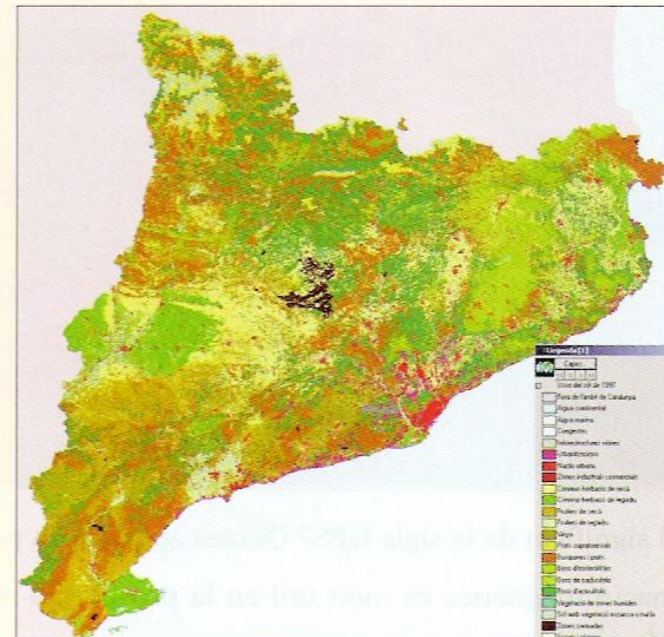
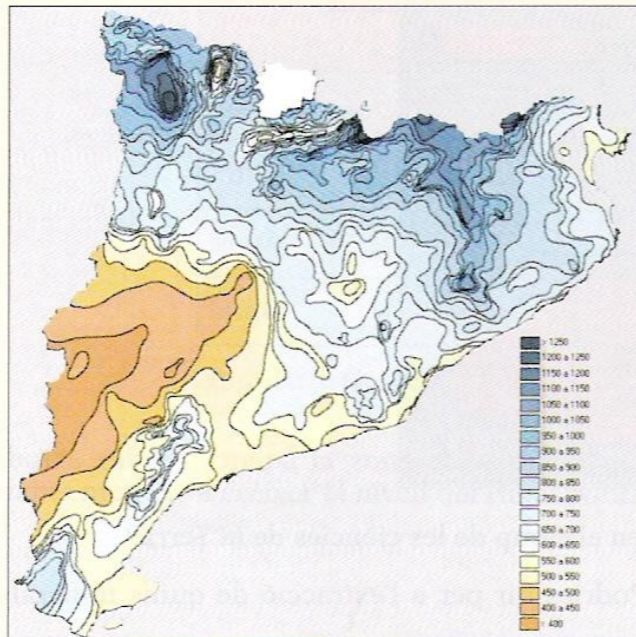
Aplicació

Els sistemes d'informació geogràfica (SIG)

El tractament de la gran quantitat de dades aportades des de diferents tecnologies permet treballar-les i presentar-les en capes superposades que fan notablement més fàcil la seva manipulació i la interpretació dels fenòmens geològics, atmosfèrics... i, per tant, faciliten la gestió del medi.

1. Quina informació hi ha representada en aquests mapes? Indica'n algunes aplicacions possibles en el coneixement de les ciències de la Terra.
2. Quina informació podríem obtenir de la combinació dels dos mapes?
3. Quins avantatges suposa l'ús dels SIG envers del treball amb mapes en paper?
4. Quins mapes necessitaríem combinar per resoldre les situacions següents?:

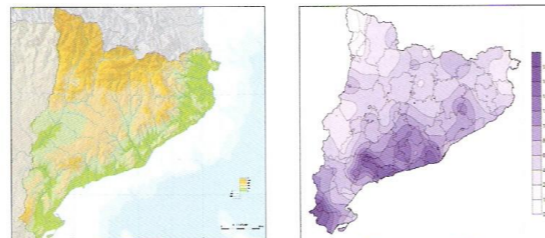
construcció d'una via de tren, construcció d'un embassament, localització de zones susceptibles de trobar-hi carbó, delimitació de zones amb alt risc d'incendi



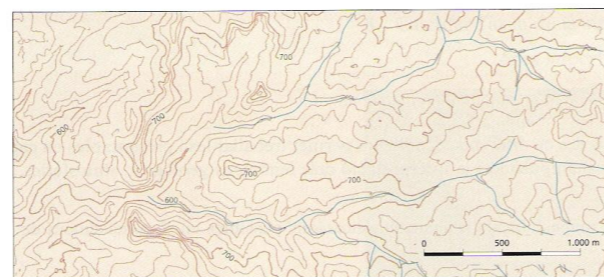


Qüestions

1. Observa els mapes següents:



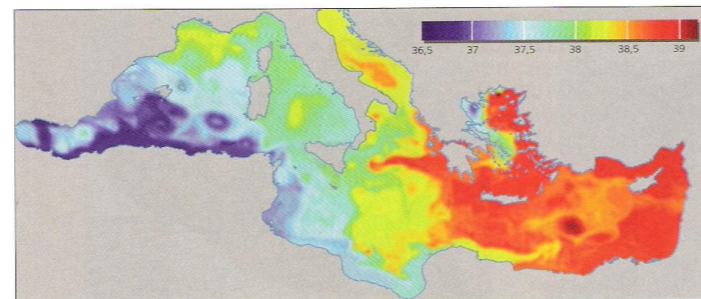
- Quin tipus d'informació representa cada mapa?
 - Com es poden explicar episodis com el del 2008, en què la zona de l'àrea metropolitana de Barcelona, el Maresme, el Bages i el Vallès van estar a punt de tenir restriccions d'aigua?
2. Volem construir una paret de 90 m d'alçada en el punt assenyalat al mapa amb la cota de 590 m. Aquesta paret servirà de presa d'un embassament destinat a diversos usos (reserva d'aigua, producció d'electricitat, regadiu...).



- Dibuixa amb una línia la presa de l'embassament en el punt assenyalat.
- Ratlla de color la zona màxima que pot quedar inundada.
- Determina quina és l'àrea de la superfície que pot quedar inundada.
- Com es podria millorar la precisió del càlcul?
- Quina utilitat pot tenir el càlcul de la superfície de la conca d'un riu?

3. Mapa de la salinitat del mar Mediterrani

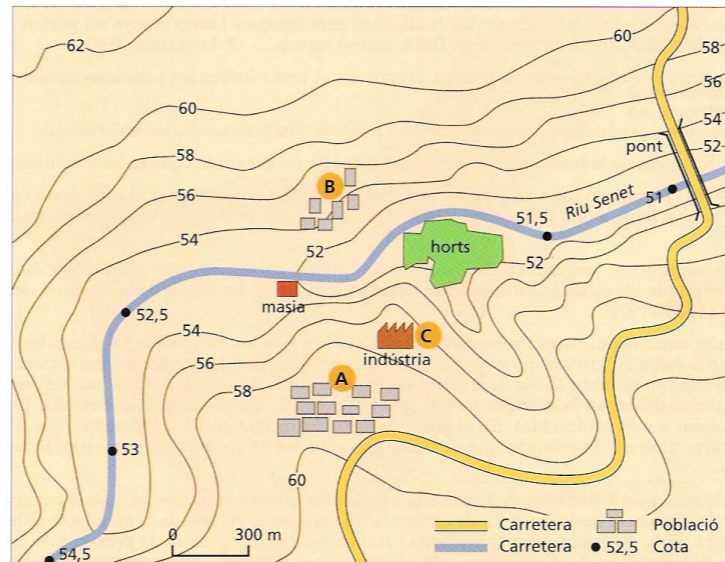
- Quin és el valor de la salinitat a Barcelona, Cadis, Atenes i Alexandria?
- En quina zona del Mediterrani la salinitat és més alta? Quina creus que en pot ser la causa?
- Per quina raó la salinitat del mar Caspi és molt més baixa que la del Mediterrani?



- Quin és el significat de la sigla GPS? Quines aplicacions pot tenir en el camp de les ciències de la Terra?
- La informació magnètica és molt útil en la prospecció minera. Podries dir per a l'extracció de quins minerals serà més adequada?

BLOC 1. El sistema Terra i el medi ambient

- Indica les diferències que hi ha entre perillositat, vulnerabilitat i risc. Posa exemples que facilitin la comprensió de les diferències.
- Un important aiguat a la capçalera del riu Senet va provocar l'arrossegament de gran quantitat de sòl i d'arbres cremats per un incendi succeït l'estiu anterior. Els arbres arrossegats van obstruir els forats del pont, i l'aigua, que normalment circula a 51 m d'alçada en aquell punt, va passar per sobre del pont i va travessar la carretera comarcal. Això va originar una crescuda del riu que va inundar gran part de la vall. Al peu de la masia, el nivell de l'aigua va créixer 2 m i a 600 m riu amunt va pujar 1 m. En la cota 53 només va créixer 0,5 m.



- a) A partir de la situació dels elements dibuixats al mapa, ordena a la taula els diferents emplaçaments (poblacions A i B, masia, indústria C i horts) segons la perillositat de quedar inundats per eventuais crescudes del riu (4 màxima i 0 mínima). Ordena també els elements dibuixats en relació amb els danys que podrien produir-se en cas d'una inundació total de la zona dibuixada (5 màxima i 0 mínima).

Element	Perillositat	Vulnerabilitat
	(0 mínima - 4 màxima)	(0 mínima - 5 màxima)
Població A		
Població B		
Masia		
Horts		
Indústria C		

- b) Dibuixa sobre el mapa la zona que va quedar inundada com a conseqüència del represament produït al pont. Quants metres va créixer el nivell del riu al pont?



BLOC 1. El sistema Terra i el medi ambient

3. En els sistemes naturals s'estableixen relacions difícils de preveure entre els seus components. En el text següent podreu llegir la descripció d'una interacció entre les algues i els núvols, feta per J. LOVELOCK:

«La relació entre els núvols i les algues s'està convertint en un camp científic emocionant. Un equip de científics australians, dirigit per Greg Ayers, publicà a *Nature* durant el 1991 un estudi sobre la producció de DMS (sulfur de dime-til) per les algues i les partícules que transporta l'aire. El seu treball va confirmar que l'oxigen de l'aire transformava el DMS en partícules, en les quals es condensava l'aigua per formar els núvols. Van trobar una estreta relació entre totes dues, amb els nivells que pujaven i baixaven junts: alts a l'estiu i baixos a l'hivern. La relació podria ser un termòstat autoregulator del clima: les condicions més calentes condueixen a una activitat més gran de les algues i a un augment de DMS, la qual cosa implica més núvols; les condicions més fresques i amb menys sol porten, per tant, una activitat menor de les algues, una producció menor de DMS, menys núvols...» (J. LOVELOCK, 1991).

a) Fes un diagrama per representar el sistema descrit en el text i indica les relacions causals encadenades que s'hi produeixen.

b) Aquestes relacions, produeixen una realimentació positiva o negativa del sistema? Per què?

4. Llegeix aquest fragment de la història de la geologia i contesta les preguntes que hi ha a continuació:

WERNER (1749-1817) creu que totes les roques, fins i tot els basalts, s'han format al mar. Arriba a ser el cap d'una escola de geologia que va tenir molta influència, la dels *neptunistes*, que postula un origen comú sota l'aigua del mar per a totes les roques.

En oposició als neptunistes sorgeixen els *vulcanistes*. Aquests postulen un origen igni, o relacionat amb el foc, almenys per al basalt i el granit, els quals es formarien a l'interior de la Terra. Un dels vulcanistes més destacats va ser l'escocès James HUTTON (1726-1797).

Les controvèrsies entre neptunistes i vulcanistes van durar fins ben entrat el segle XIX, quan les investigacions geològiques van donar la raó a HUTTON, a qui es pot considerar el fundador de la geologia com a ciència. Va formular la teoria de l'*uniformisme* en el llibre *Teoria de la Terra*, publicat el 1788. Alguns dels enunciats del seu llibre segueixen sent vàlids a l'actualitat: «El basalt és d'origen intern, igni i més recent que les roques que retalla. El granit, també. El granit es va consolidar a més profunditat. En el granit trobem les inclusions de les pissarres que, en certa manera, ha digerit. En contacte amb ell, la calcària que el conté presenta sovint les mateixes recristal·litzacions que en contacte amb el basalt».

Les idees de HUTTON sobre els cicles dels processos geològics estaven influïdes pels seus coneixements, com a metge que era, sobre la circulació de la sang. Va descriure també per primera vegada la *diagènesi*: «Els sediments, tous en el seu origen (sorra, llim, etc.), són després endurits i transformats per efecte de la pressió i de la calor. Després, les roques així consolidades i les d'origen intern són afectades per l'erosió i donen nous sediments: el cicle torna a començar».

A poc a poc, per tant, es va prenent consciència de l'espai i del temps. El 1749, el francès DE MAILLET insinuà «que potser els dies del Gènesi, en realitat, són èpoques». La barrera del temps imposada pels seguidors literals del llibre del Gènesi s'havia trencat.

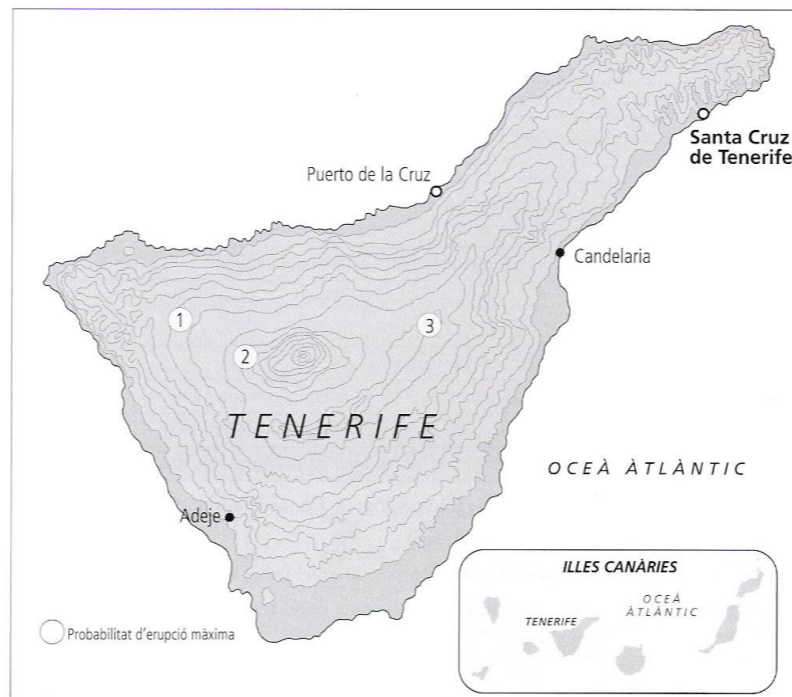
A partir de l'observació i mesura de la velocitat d'aixecament de Suècia i Finlàndia en relació amb el mar Bàltic (1 m per segle), el 1758 el suís GESNER proposà un mètode general i uniformista: «Coneixent la velocitat actual d'un fenomen, es projecta aquesta en el passat llunyà i s'obté una idea de les duracions».

- a) Quines diferències de criteri sostenien els *neptunistes* i els *vulcanistes* sobre l'origen de les roques? En què creus que es podien basar uns i altres?
- b) A partir de les idees de HUTTON i de GESNER, com descriuries la teoria de l'*uniformisme*?
- c) Quan HUTTON comenta que «el cicle torna a començar», a quin cicle es refereix? Podries explicar que s'entén per *diagènesi* i quin grup de roques afecta?
- d) Què és el que no quadra del llibre del Gènesi amb els nous descobriments de la geologia del segle XVIII? Quina solució hi troba DE MAILLET?
- e) Explica un exemple d'un fenomen geològic que podem mesurar actualment i que aquesta mesura ens permeti fer una inferència sobre la seva edat o el seu origen.



BLOC 1. El sistema Terra i el medi ambient

5. El Teide, a l'illa canària de Tenerife, és l'únic estratovolcà actiu d'Espanya. Malgrat la seva darrera erupció a la primera meitat del segle XV, la seva altitud (3718 m sobre el nivell del mar), la inestabilitat de les seves vessants, la presència de neu durant gran part de l'any i la possibilitat de mecanismes eruptius violents aconsellen el seu estudi i vigilància. En el següent mapa es pot observar la situació de tres zones on la probabilitat d'erupció volcànica és màxima, segons un estudi realitzat pel govern de Canàries i el CSIC. També hi ha localitzades quatre poblacions de l'illa.



- a) A partir de la morfologia de l'illa, dibuixa sobre el mapa les zones afectades per les colades que sortirien de cadascun dels tres punts.
- b) Indica el grau de perill (màxim, mitjà, baix, nul) que representen per a cada població indicada les colades de lava que sorgirien per cadascuna de les tres zones de màxima probabilitat d'erupció.

Població	Focus 1	Focus 2	Focus 3
Adeje			
Puerto de la Cruz			
Candelaria			
Santa Cruz de Tenerife			



BLOC 1. El sistema Terra i el medi ambient

6. A la taula adjunta trobaràs una relació de situacions que podràs valorar mitjançant algun dels següents camps d'acció de les ciències de la Terra i del medi ambient:

gestió ambiental, recurs, impacte directe, impacte induït, risc directe, risc induït

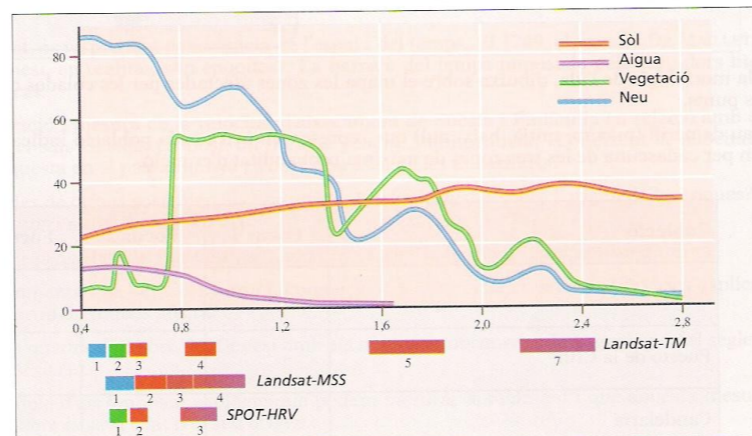
Completa la taula indicant el camp d'acció. Tingues en compte que no tots els camps tenen per què estar-hi representats i que dues situacions diferents poden correspondre al mateix camp.

Situació	Camp d'acció
El municipi de Benlliure ha aprovat un pla d'ordenació municipal.	
Una tempesta seca ha estat la causa d'un incendi forestal.	
A fi d'evitar possibles impactes ambientals, l'Administració ha clausurat temporalment l'empresa paperera.	
El terratrèmol ha estat la causa del trencament de la presa, que ha provocat les fortes inundacions i estralls.	
L'incendi provocat de l'estiu passat ha ocasionat una forta erosió dels sòls.	
A l'empresa Pedra SA se li ha concedit l'autorització per explotar les antigues mines de sulfurs metàl·lics.	
La carretera és intransitable pels possibles desprendiments.	
La construcció de l'escullera ha permès recuperar part de la platja perduda l'hivern passat.	
La sequera de l'estiu ha estat la causa principal de la pèrdua de la collita d'olives.	
El vessament de fuel causat per l'accident del petrolier ha afectat la fauna i la flora del litoral.	

7. La tecnologia és una gran ajuda per a la investigació geològica. Contesta raonadament aquestes qüestions:

- Describeix algunes de les aplicacions de la teledetecció.
- Explica què són els SIG i per què són una eina fonamental en el futur, i indica'n algunes aplicacions.

8. El gràfic següent representa les corbes espectrals de diferents cobertes de la superfície de la Terra i el rang espectral d'alguns satèl·lits:



- Quin és el material que es veurà més lluminós des de l'espai? I el més fosc?
- Quin és el material que reflecteix més calor? I el que menys?
- Quin és el material que manté una reflectivitat molt constant a les diferents longituds d'ona?
- Quina part de la Terra serà més lluminosa, el Sàhara, l'Amazònia o Groenlàndia, si és fotografiada pel *Landsat-MSS*? I si fos fotografiada pel *Landsat-TM*, el resultat seria el mateix? Quina seria més lluminosa en aquest cas?



BLOC 1. El sistema Terra i el medi ambient

9. Observa els següents mapes:

