

Oltre il libro III

Alfonso Bosellini - *Le Scienze della Terra I materiali della Terra solida*



La rappresentazione della superficie terrestre

Cartografia: cenni storici

La rappresentazione della superficie terrestre

Le carte geografiche

L'approssimazione nelle carte

La riduzione nelle carte

La simbologia nelle carte

Le carte tematiche

Documento *Papiro delle miniere*

La cartografia numerica

I GIS

Per saperne di più *Google Earth*

A cura di:

Marcella Di Stefano

Simona Pederzoli

Copyright © 2012 Italo Bovolenta editore s.r.l. Ferrara

Questo documento è strettamente riservato ai docenti che adottano l'opera **I MATERIALI DELLA TERRA SOLIDA** di Alfonso Bosellini.

Realizzazione editoriale:

- Coordinamento redazionale: Andrea Pizzirani
- Progetto grafico: Chialab, Bologna
- Impaginazione: Pragma Media, Ferrara
- Disegni e ricerca iconografica: Andrea Pizzirani

Contributi:

- Redazione dei testi e stesura degli esercizi: Marcella Di Stefano, Simona Pederzoli
- Revisioni: Fabio Fantini, Stefano Piazzini

Copertina:

- Progetto grafico: Chialab, Bologna
- Realizzazione: Christian Magagni

La riproduzione, la copia e la diffusione dell'intero documento, o di sue parti, è autorizzata ai soli fini dell'utilizzo nell'attività didattica degli studenti delle classi che hanno adottato il testo.

Per segnalazioni o suggerimenti scrivere all'indirizzo:

Italo Bovolenta editore
Via Della Ginestra, 227/1
44020 Ferrara
tel. 0532/259386 - fax 0532/259387
e-mail bovolenta@iol.it
sito web: www.bovolentaeditore.it

III



La rappresentazione della superficie terrestre

III.1 Cartografia: cenni storici

► La **cartografia** è la scienza che si occupa della costruzione di carte atte a rappresentare graficamente e in modo convenzionale le forme e le dimensioni della superficie terrestre.

L'esigenza di rappresentare il territorio ha origini antiche e, nelle sue prime forme, mirava soprattutto a soddisfare due necessità: quella di delimitare le proprietà terriere e quella di fornire un orientamento per la navigazione.

Le prime rappresentazioni del territorio risalgono alla preistoria, tra queste ricordiamo un'antichissima incisione rupestre rinvenuta a Mezin (Ucraina), risalente a 15.000 anni fa, che rappresenta un accampamento situato nei pressi di un fiume.

Varie testimonianze di rappresentazioni su supporti di vario tipo (tavole di terracotta, papiri, ecc.) sono state realizzate presso i Babilonesi e gli Egizi. Questi ultimi tenevano in grande considerazione l'attività cartografica, a tal punto da venerare come un dio l'architetto e cartografo Konsha (II millennio a.C.).

La cartografia nacque, però, come scienza nell'ambito della civiltà greca. Il filosofo greco presocratico Anassimandro di Mileto (610-546 a.C.) viene considerato il primo cartografo della Storia poiché riportò su di una carta la porzione della Terra allora conosciuta.

Un'importante innovazione venne introdotta intorno al 300 a.C. dal messinese Dicearco (350-290 a.C.) il quale inserì, in una rappresentazione cartografica, due linee tra loro perpendicolari che rappresentavano un primitivo abbozzo di reticolato geografico. Successivamente, ai principi della carta di Dicearco si rifece Eratostene (276-195 a.C.), che costruì un mappamondo in cui erano presenti linee corrispondenti all'attuale rete dei meridiani e dei paralleli. In questo mappamondo le terre emerse, tutte circondate dall'Oceano Atlantico, detto allora Mare Esterno, risultavano divise in tre parti: Europa, Libia (Africa) e Asia. Eratostene



contribuì a comprovare l'ipotesi della sfericità della Terra, già avanzata da Pitagora e da Aristotele, e calcolò la lunghezza della circonferenza terrestre (cfr. DOCUMENTO I.1).

Intorno al 120 d.C. Marino di Tiro (100 d.C. circa) introdusse il concetto di latitudine e longitudine misurate in gradi d'arco secondo i principi su cui si basa la cartografia moderna ed elaborò la prima proiezione cartografica (vedi § IV.5).

Claudio Tolomeo (100-178 d.C.), astronomo e filosofo, che visse e lavorò ad Alessandria d'Egitto nel II secolo d.C., viene considerato il più grande cartografo dell'antichità. Tolomeo, senza fare misure, ma avvalendosi delle molte informazioni a sua disposizione, disegnò varie carte geografiche tra cui un famoso mappamondo (figura III.1). Nel disegno delle sue carte, Tolomeo si

FIGURA III.1 Riproduzione della mappa del mondo compilata da Claudio Tolomeo in base alla *Geographia*.

Anassimandro di Mileto (610-546 a.C.), filosofo greco presocratico, fu uno dei primi studiosi degli astri (si occupò della composizione del Sole e delle stelle) e fu anche uno dei primi ad occuparsi della rappresentazione della superficie terrestre, disegnando le prime carte geografiche basate sullo studio del pianeta conosciuto.

proposte di ridurre le deformazioni che derivano dalla rappresentazione della superficie curva della Terra su di un piano.

Al contrario dei Greci, i Romani si interessarono di carte geografiche soltanto a fini pratici. Un importante documento è la *Tabula Peutingeriana*, una carta stradale (*itinerarium scriptum*) dell'Impero romano datata al 375 d.C (figura III.2).



FIGURA III.2 *Tabula Peutingeriana* (375 circa d.C.). È una sorta di carta stradale dell'Impero romano in cui le indicazioni di strade, città e stazioni di sosta prevalgono nettamente sugli elementi geografici, che sono riportati solo se collegati alla descrizione degli itinerari. In figura la riproduzione di uno dei 12 segmenti in cui la carta originale, realizzata su pergamena, era suddivisa.



FIGURA III.3 *Portolano* disegnato nel 1570 dal cartografo portoghese Fernão Vaz Dourado conservato nella biblioteca di Huntington, San Marino, USA. Si tratta di una carta utilizzata per la navigazione, caratterizzata da linee rette che si irradiano da una rosa dei venti centrale e da altre laterali, intersecandosi per tutta la superficie della Terra. Per raggiungere il porto non si doveva far altro che seguire il vento indicato sul portolano, mantenendo la rotta tramite la bussola.

Durante il Medioevo si ebbe una stasi e addirittura un regresso nell'attività cartografica, anche a causa dell'interpretazione letterale delle Sacre Scritture, che portavano alla negazione della teoria eliocentrica e della sfericità della Terra. Nel XIII secolo nacquero i *portolani*, carte per la navigazione che fornivano una rappresentazione assai precisa dei mari allora conosciuti e una ricostruzione fedele delle coste (figura III.3). I portolani erano basati sull'orientamento rilevato con la bussola e non implicavano l'applicazione di concetti eversivi come la sfericità della Terra.

Bisogna arrivare al XV secolo per assistere ad un risveglio della cartografia. In questo secolo vennero riscoperte e pubblicate le carte di Tolomeo, mentre le grandi imprese dei navigatori (Colombo, Magellano) e il conseguente estendersi dei commerci aumentarono le conoscenze geografiche e comportarono un grande sviluppo dell'attività cartografica, favorito dall'invenzione della stampa.

Nel secolo successivo, Gerhard Kremer di Duisburg, detto Mercatore (1512-1594), inventò la proiezione cilindrica conforme che porta il suo nome (vedi § IV.7) e che viene impiegata ancor oggi nelle carte nautiche. Di Mercatore, oltre alle numerose carte nautiche, pubblicate nel 1570, si ricorda l'*Atlas*, un insieme di carte geografiche, da cui deriva il nome di «atlante» usato ancora oggi per le raccolte di carte geografiche.

Più tardi l'olandese Snellius (1580-1626) ideò e applicò nella costruzione delle carte il metodo della triangolazione (vedi § IV.2), cioè la misura di distanze con metodi trigonometrici.

Nel corso del XVIII secolo, misure geodetiche effettuate dai Cassini (geodeti di origine italiana; cfr. IL CIELO SOPRA DI NOI, DOCUMENTO 8.2) e da La Caille dimostrarono lo schiacciamento polare della Terra e la nuova figura di riferimento per l'elaborazione delle carte divenne l'ellissoide di rotazione al posto della sfera. Nello stesso periodo, inoltre, vennero elaborati nuovi metodi di rappresentazione del rilievo (curve di livello, ecc.). Tali innovazioni, insieme al metodo della triangolazione, apportarono un contributo importantissimo all'evoluzione della cartografia moderna.

Dalla fine del Settecento in poi nacquero in Inghilterra (1791) e in Francia (1817) i primi Istituti Cartografici Nazionali: era evidente che la disponibilità di carte topografiche precise costituisse un vantaggio non solo per scopi militari, ma anche per numerosi usi civili.

Nella seconda metà del XIX secolo si ottennero informazioni più dettagliate sulla forma reale della Terra, inoltre, alla fine dell'ottocento nacquero nuove e più precise tecniche di rilevamento come l'aerofotogrammetria (vedi § IV.3).

Nel corso del XX secolo, grazie all'impiego di satelliti artificiali e alla diffusione dell'informatica, la cartografia ha conosciuto una vera e propria rivoluzione, tutt'ora in corso. Questi sviluppi moderni verranno trattati nel corso del capitolo.

III.2 La rappresentazione della superficie terrestre

La superficie terrestre si può riprodurre essenzialmente secondo due modalità: o mediante modelli tridimensionali (globi terracquei, plastici, modelli digitali del terreno) o su superfici piane (carte, foto, mappe digitali).

Con i **globi** (figura III.4) e i **plastici** è possibile ottenere una riproduzione ridotta e fedele della superficie terrestre che tiene conto della curvatura terrestre, dei rilievi e delle profondità degli oceani e dei mari. Di solito, però, nei globi terracquei e nei plastici non risulta né conveniente né possibile rispettare contemporaneamente queste due condizioni e si preferisce rispettare la curvatura terrestre. I rilievi orografici e le profondità oceaniche, alle riduzioni adottate, vengono del tutto trascurati oppure enormemente esagerati poiché sarebbero poco evidenti rispetto alle dimensioni del pianeta. Tali modelli hanno una notevole validità didattica, ma sono poco maneggevoli; per questa ragione si utilizzano preferibilmente le rappresentazioni bidimensionali. Grazie alle nuove tecnologie è possibile ottenere riproduzioni tridimensionali della superficie terrestre chiamate Modelli Digitali del Terreno (DTM). Tali modelli possono essere ottenuti da angoli di visuale differenti ed è possibile visualizzarli sullo schermo di un computer o stamparli su carta.

Le rappresentazioni della superficie terrestre su di un piano sono molteplici. Storicamente la rappresentazione più importante è la carta, affiancata negli ultimi decenni dalle fotografie aeree e satellitari e dalla cartografia in digitale.

Le immagini fotografiche riprese da aereo o da satellite, oltre ad essere utilizzate per la costruzione delle carte, possono essere uno strumento cartografico se opportunamente modificate e integrate da simboli, in modo da produrre le cosiddette **ortofotocarte** (da aereo) e **spaziocarte** (da satellite). La cartografia in formato digitale offre innumerevoli vantaggi rispetto al supporto cartaceo, poiché, non essendo vincolata alla carta, apre nuovi scenari di utilizzo che illustreremo nei prossimi paragrafi.

La realizzazione delle rappresentazioni bidimensionali risulta problematica in quanto è impossibile trasferire perfettamente una superficie curva su un piano senza deformarla (figura III.5).

III.3 Le carte geografiche

Tra le rappresentazioni della superficie terrestre trattiamo in particolare delle carte poiché sono le più usate.

L'obiettivo delle carte è quello di rappresentare nel modo più fedele possibile una determinata porzione della superficie terrestre, ma una carta non può rappresentare tutta la realtà e non può mai essere esaustiva di tutti gli elementi del terri-



FIGURA III.4 Un globo ha il vantaggio di rappresentare la curvatura della superficie terrestre, ma non è possibile rappresentare le altitudini e le profondità marine a causa della piccolissima scala. Nei globi comunemente usati il rilievo del monte più alto della Terra, il Monte Everest, se fedelmente riprodotto, sarebbe inferiore a quello di un granello di sabbia.

torio. Una carta deve rappresentare in modo veritiero i particolari che si è scelto di mettere in evidenza e tali elementi non devono essere tra loro in contraddizione. Inoltre, tutte le informazioni riportate devono essere «leggibili», cioè facilmente riconoscibili e non devono dare adito a equivoci.

Come anticipato, in tutte le carte la superficie terrestre rappresentata risulta essere deformata in modo più o meno accentuato. Una carta, quindi, è una rappresentazione *approssimata*, ossia non esatta della superficie terrestre.

Un altro aspetto da considerare nelle rappresentazioni è la necessità di operare una riduzione delle dimensioni reali delle superfici da riportare sulle carte. Una carta è quindi una rappresentazione *ridotta*.

Per rappresentare i dettagli della superficie terrestre su una carta si ricorre a simboli specifici (vedi § III.6) in funzione del contenuto della carta ossia degli oggetti reali che si vogliono rappresentare. Una carta è quindi una rappresentazione *simbolica*.

► Una carta geografica può essere definita come la rappresentazione ridotta, approssimata e simbolica della superficie terrestre.

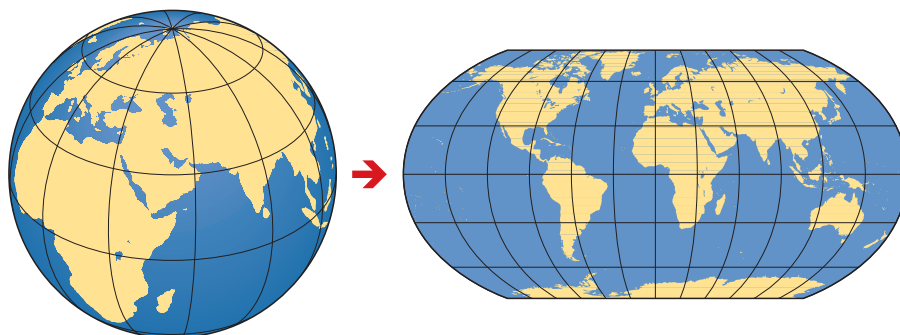


FIGURA III.5 Trasposizione della superficie terrestre su un piano. La superficie terrestre quando viene rappresentata su un piano presenta deformazioni.

D'ora in poi parleremo di carte in luogo di carte geografiche poiché, più precisamente, le carte geografiche sono un tipo particolare di carte (vedi § III.5).

Le carte possono essere elaborate a partire da una esplorazione diretta del territorio oppure possono essere ricavate da altre carte preesistenti. Nel primo caso vengono definite **carte rilevate**, nel secondo sono dette **carte derivate**.

Più oltre vedremo con quali modalità si costruisce una carta.

III.4 L'approssimazione nelle carte

Sappiamo che è impossibile ottenere una riproduzione integralmente fedele della superficie terrestre, ma il trasferimento su una carta comporta inevitabilmente deformazioni. La modalità di costruzione delle carte può solo attenuare le deformazioni o evitarne alcune piuttosto che altre in relazione allo scopo della carta.

► Con riferimento alla proprietà meglio conservata, le rappresentazioni si possono distinguere in: equidistanti, equivalenti, conformi.

Nelle rappresentazioni **equidistanti** si cerca di mantenere il più possibile costante il rapporto fra le lunghezze rappresentate sulla carta e quelle reali. Tale condizione non è mai interamente raggiunta, proprio perché non è possibile sviluppare una superficie sferica su un piano. È evidente che, soprattutto per carte che rappresentano aree molto vaste, le proporzioni tra le distanze non sono mai costanti; è però possibile costruire carte equidistanti lungo direzioni prestabilite (ad esempio lungo i paralleli). Esempi di carte equidistanti sono le carte stradali poiché esse rappresentano fedelmente le distanze tra differenti località.

Nelle rappresentazioni **equivalenti** è mantenuta la proporzionalità tra le aree rappresentate nella carta e quelle reali. Esempi di carte equivalenti sono quelle politiche (in cui sono rappresentati i confini fra gli Stati) che devono consentire il confronto fra le aree dei vari territori nazionali.

Nelle rappresentazioni **conformi** o **isogone** è riprodotto inalterato ogni angolo definibile sulla superficie terrestre. Esempi di carte conformi sono quelle utilizzate per la navigazione poiché devono garantire il mantenimento degli angoli di rotta rispetto al reticolato geografico e rappresentare fedelmente le linee di costa.

Di solito in una carta che rappresenta una porzione di territorio estesa è possibile rispettare una sola di queste tre proprietà e un'altra proprietà soltanto su una parte della carta. Esistono, ad

esempio, carte che sono conformi per tutta l'estensione, mentre rispettano l'equidistanza solo lungo un dato meridiano (vedi § IV.7). D'altra parte esistono numerose carte nelle quali non è soddisfatta a pieno nessuna delle suddette proprietà.

► Non è possibile costruire carte che siano contemporaneamente equidistanti, equivalenti e conformi. Solo alcune carte che raffigurano aree molto ristrette possono essere considerate contemporaneamente sia equidistanti, sia equivalenti sia conformi.

III.5 La riduzione nelle carte

La riduzione di una carta viene effettuata secondo un preciso rapporto definito **scala**. Quest'ultima può essere riportata in una carta sotto forma di scala numerica o di scala grafica o, spesso, con entrambe le annotazioni.

► Si definisce **scala numerica** il rapporto fra una lunghezza misurata sulla carta e la corrispondente lunghezza sulla superficie terrestre. Questo rapporto è generalmente espresso sotto forma di frazione con numeratore unitario.

Se chiamiamo con S la scala numerica, abbiamo:

$$S = 1/n$$

dove n , chiamato **denominatore di scala**, esprime il numero di volte in cui le distanze reali sono state rimpicciolite nella carta. Perciò la scala numerica è il coefficiente di riduzione adottato per la costruzione della carta. Ad esempio, se alla distanza di 25 mm sulla carta corrispondono 2.500 m sul terreno, sarà possibile costruire la seguente proporzione (esprimendo tutto in mm)

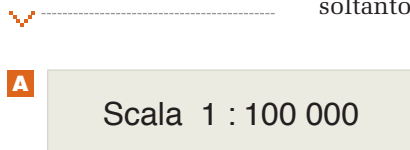
$$25 : 2.500.000 = 1 : n$$

da cui è facile ricavare che n vale 100.000 e che la scala numerica è 1:100.000 (figura III.6 A)

Sono definite «a grande scala» le carte in cui il rapporto $1/n$ è grande e, quindi, il denominatore di scala n è piccolo. Viceversa, sono definite «a piccola scala» le carte in cui il rapporto $1/n$ è piccolo e, quindi, il denominatore di scala n è grande. Nelle carte a «grande scala» la riduzione operata non è stata elevata, viceversa nelle carte a «piccola scala» la riduzione è particolarmente accentuata.

È importante mettere in evidenza che la scala di una carta si riferisce solamente alle misure di lunghezza e non alle aree. Le aree variano in funzione del quadrato delle lunghezze.

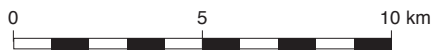
FIGURA III.6 (A), scala numerica. La scala è 1:100.000 e si legge «uno a centomila». (B), scala grafica. A sinistra dello zero il segmento è suddiviso in parti corrispondenti a duecento metri (sopra) e a quattrocento metri (sotto). Tali segmenti facilitano la misurazione della distanza.



► Si definisce **scala grafica** un segmento graduato che fornisce la corrispondenza fra le lunghezze rappresentate sulla carta e le lunghezze reali (figura III.6 B).

Tale informazione può essere usata direttamente per calcolare la scala numerica.

Supponiamo di avere la seguente scala grafica:



nella quale alla lunghezza di 5 cm corrispondono 10 km. Allora, poiché è

$$5 : 1.000.000 = 1 : 200.000 = 1 : n$$

la scala risulta essere 1 : 200.000.

La scala grafica può essere utilizzata per conoscere direttamente la distanza fra due punti. Basta confrontare il segmento che unisce due punti sulla carta con la scala grafica e leggere il valore numerico corrispondente. Se si vuole essere precisi, questa operazione è consigliabile solo per segmenti non superiori al triplo della scala grafica.

III.5.1 Classificazione delle carte in base alla scala

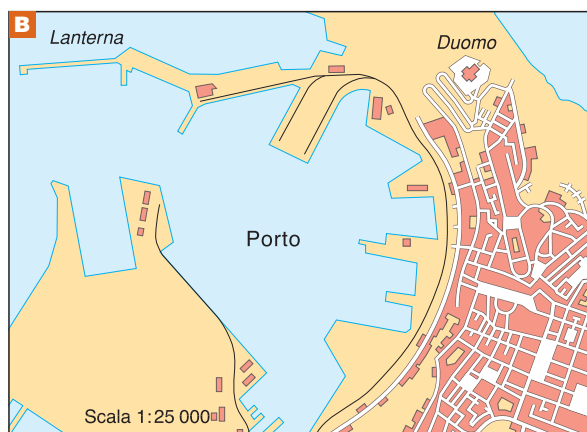
In base alla scala di riduzione si distinguono:

- **Piante o mappe**, in cui la scala è maggiore o uguale a 1:10.000. Generalmente si usano per la rappresentazione di centri urbani o di proprietà rurali (mappe catastali, carte tecniche regionali) (figura III.7 A).
- **Carte topografiche**, in cui le scale sono comprese fra 1:10.000 e 1:100.000. Sono carte piuttosto particolareggiate e sono definite «carte di base» (figura III.7 B). Esse servono, infatti, per la costruzione di carte a scala più piccola e per la elaborazione di carte tematiche (vedi § III.7). Le carte topografiche più utilizzate sono quelle in scala 1:25.000.
- **Carte corografiche**, in cui le scale sono comprese fra 1:100.000 e 1:1.000.000. Esse rappresentano province o addirittura intere regioni. Sono di questo tipo le cosiddette «carte automobilistiche» (ad esempio, in Italia, le carte prodotte dal Touring Club Italiano) (figura III.7 C).
- **Carte geografiche** propriamente dette, in cui le scale sono sempre minori di 1:1.000.000. (figura III.7 D). Esse rappresentano territori vasti come nazioni o addirittura continenti.

Una carta deve avere dimensioni tali da poter essere riposta, consultata, appoggiata, manipolata. Poiché la distanza ottimale per la visione di un oggetto è di circa 30÷40 cm dagli occhi, considerando anche la posizione delle braccia, la larghezza massima di una carta dovrebbe essere di circa 1 metro. Una carta di dimensioni maneggevoli se è a «grande scala» potrà rappresentare al massimo una provincia, se è a «piccola scala» potrà comprendere un intero continente o un emisfero.



PIANTA o MAPPA



CARTA TOPOGRAFICA

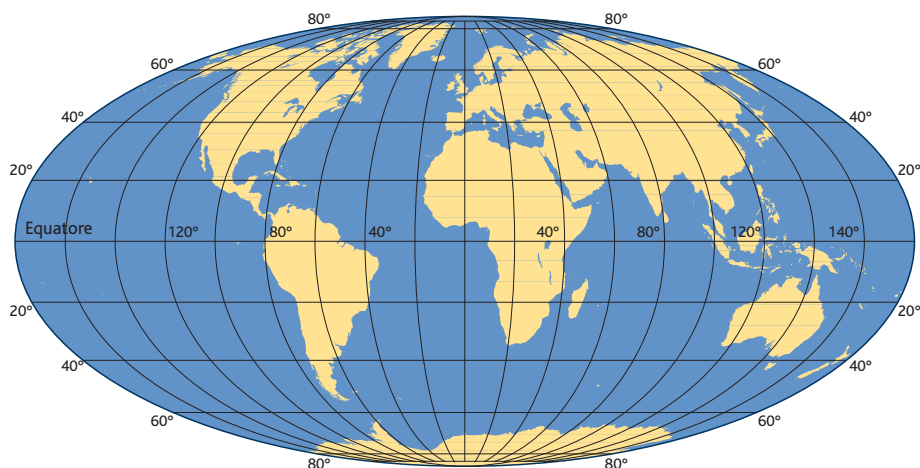


CARTA COROGRAFICA



CARTA GEOGRAFICA

FIGURA III.7 (A), la carta a grande scala rappresenta una parte della città di Ancona. (B), la carta topografica inquadra una porzione più ampia della città. (C), la carta corografica riporta l'intera provincia di Ancona. (D), la carta geografica, a scala ancora più piccola, rappresenta le Marche e buona parte dell'Italia centrale.



Vengono infine definite **planisferi** (figura III.8) le carte che rappresentano l'intera superficie terrestre e **mappamondi** quelle che rappresentano la Terra divisa in due emisferi.

Da una carta a scala maggiore si possono ricavare carte a scala minore poiché vengono eliminati alcuni dettagli della carta di partenza. Non è invece possibile ricavare una carta a scala maggiore da un'altra a scala minore, poiché non sono presenti nella carta di partenza i dettagli occorrenti.

FIGURA III.8 Planisfero. Il planisfero, a piccolissima scala, rappresenta l'intera superficie terrestre.



III.6 La simbologia nelle carte

Oltre che ridotte e approssimate, le carte sono anche rappresentazioni simboliche. Infatti i singoli oggetti che si vogliono raffigurare sono indicati mediante segni e figure convenzionali detti **simboli cartografici**, dei quali è data spiegazione nella **legenda** della carta. Questi simboli sono diversi a seconda dell'uso per il quale la carta è stata costruita e a seconda della sua scala (figura III.9). Generalmente all'aumentare della scala si arricchisce l'apparato simbolico.

I simboli possono essere divisi nelle seguenti categorie: elementi geodetici e topografici, elementi del paesaggio naturale, elementi del paesaggio umano.

Gli *elementi geodetici e topografici* sono quei

punti di riferimento sfruttati nel rilievo della superficie terrestre tra cui basi geodetiche e capisaldi (vedi § IV.2).

Fra gli *elementi del paesaggio naturale* si possono distinguere quelli relativi all'orografia (rilievi montuosi o comunque dislivelli in genere), all'idrografia marina e continentale (ghiacciai, sorgenti, corsi d'acqua, cascate, laghi, ecc.), alla morfologia delle coste, alla vegetazione spontanea (specie più frequenti di alberi, boschi fitti, boschi radi, praterie, ecc.).

Fra gli *elementi del paesaggio umano* sono raffigurati con simboli particolari gli edifici, le vie di comunicazione (autostrade, ferrovie, sentieri, ecc.), i ponti e i manufatti in genere, la vegetazione coltivata, i canali irrigui e i limiti amministrativi (confini di Stato, Regione, Provincia, Comune).

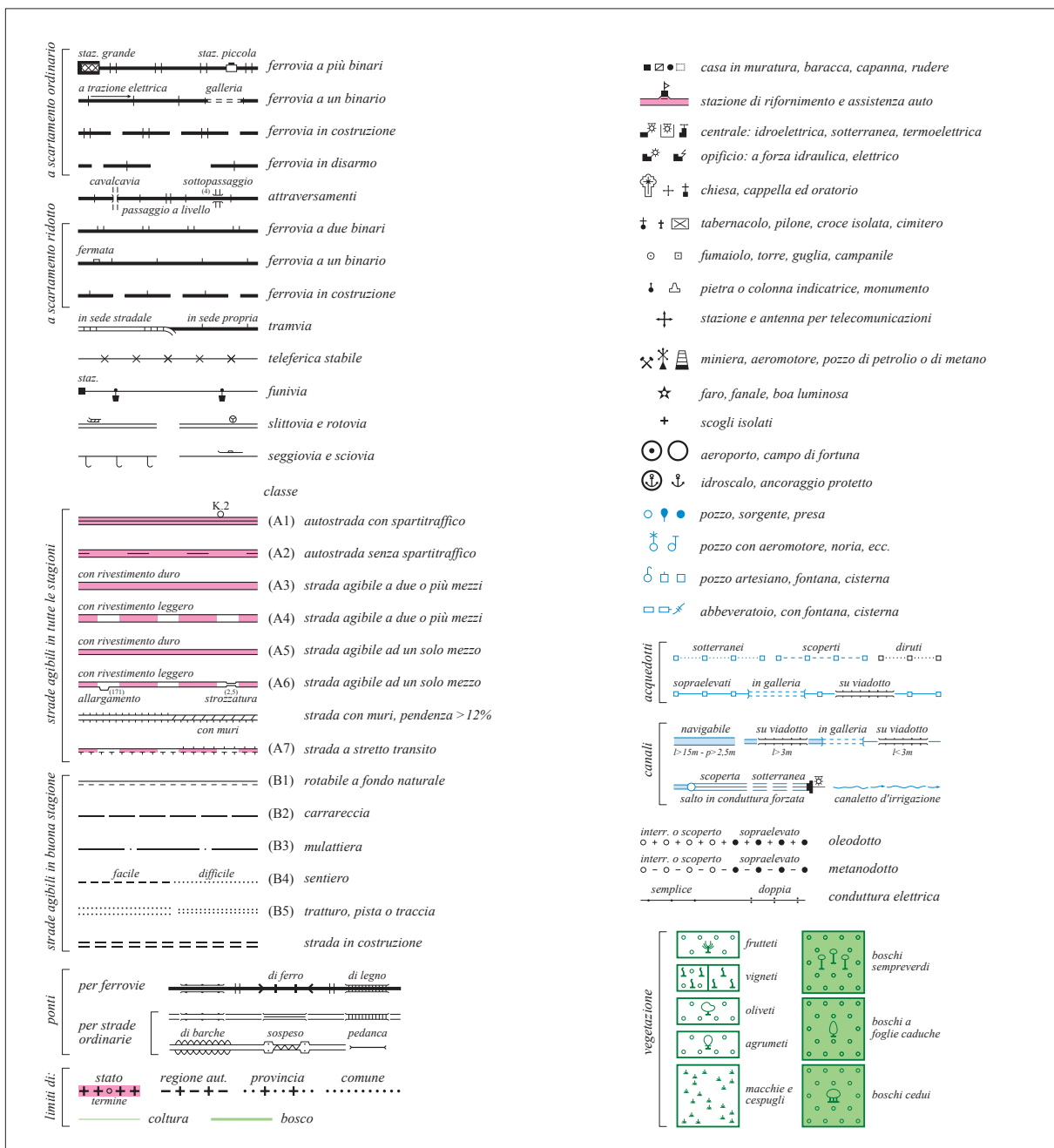


FIGURA III.9 (nella pagina accanto) Stralcio di una Tavola della Carta Topografica d'Italia (vedi scheda V) (carta topografica in scala 1:25.000). (a lato) Legenda dei simboli utilizzati nella carta tra cui quelli che riguardano le reti viarie, la vegetazione presente, i limiti amministrativi, ecc.

III.6.1 La rappresentazione del rilievo

Mentre molti caratteri del territorio si riescono a rappresentare mediante simboli, l'andamento altimetrico è più difficile da raffigurare. Esistono, però, vari modi per mettere in evidenza i dislivelli altimetrici. I primi metodi utilizzati sono stati il *rilievo a spina di pesce* e *a tratto forte* (figura III.10 A e B), che indicano solo l'andamento dei crinali principali e secondari dell'area montuosa rappresentata. Un'altra tecnica, che fa risaltare visivamente il rilievo, è quella del *tratteggio*, talora associata allo *sfumo* (figura III.10 C e D). I metodi attualmente più usati sono le **curve di livello** (figura III.10 E) e le **tinte altimetriche** (figura III.10 F), poiché riportano in maniera dettagliata le quote. Le tinte altimetriche consentono di raffigurare le aree situate a diversa altezza con tonalità differenti di colore. Nelle carte a colori sono usati vari toni del marrone per indicare i rilievi, mentre le aree pianeggianti sono in verde e con il colore verde scuro sono rappresentate le depressioni.

Le curve di livello sono di due tipi: le isoipse sui continenti e le isobate per i bacini idrici.

Il sistema scientificamente più valido per rappresentare l'orografia di un territorio è quello delle isoipse, generalmente adottato nelle carte a grande scala. L'isoipsa di quota zero è quella che coincide con il livello medio del mare.

► *Il dislivello fra le isoipse riportate in una carta è chiamato **equidistanza**, perché è mantenuto fisso (figura III.11).*

In altre parole, ogni isoipsa rappresenta il luogo dei punti situati a una data quota multipla dell'equidistanza, a partire dal livello del mare. Generalmente il valore dell'equidistanza si prende pari a $1/1.000$ del denominatore della scala, quindi nelle carte a scala di $1:25.000$ l'equidistanza è solitamente di 25 m e nelle carte a scala minore l'equidistanza è di 50 m (se la scala è $1:50.000$) o di 100 m (se la scala è $1:100.000$). L'equidistanza è comunque sempre indicata in calce alla carta.

Le isoipse non sono tutte disegnate allo stesso modo; ad esempio nelle carte in scala $1:25.000$ le isoipse che rappresentano quote multiple di 100 metri sono dette **isoipse direttrici** e hanno uno spessore maggiore delle altre. Per mettere in evidenza dislivelli molto lievi del terreno, sono talvolta disegnate isoipse tratteggiate, dette **isoipse ausiliarie**, la cui equidistanza in genere è di soli 5 metri.

FIGURA III.10 Principali metodi di rappresentazione del rilievo a confronto.

► *Le **isoipse** sono le linee che, su una superficie qualsiasi, uniscono tutti i punti contigui situati a uguale quota.*



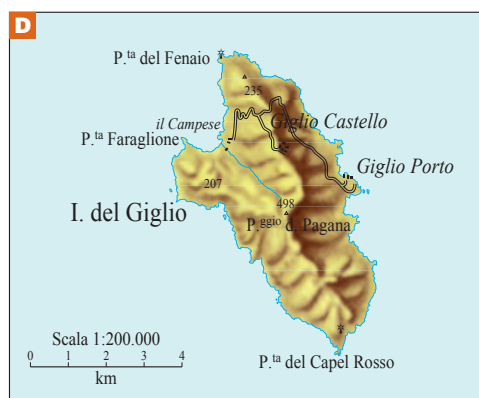
Rilievo a spina di pesce



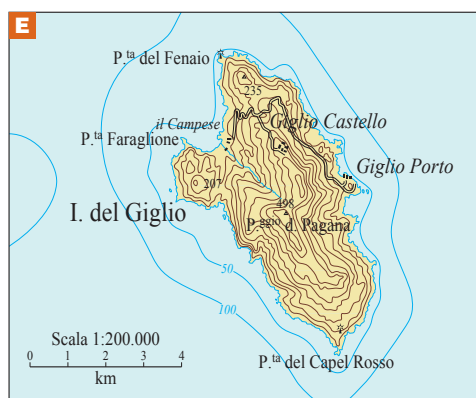
Rilievo a tratto forte



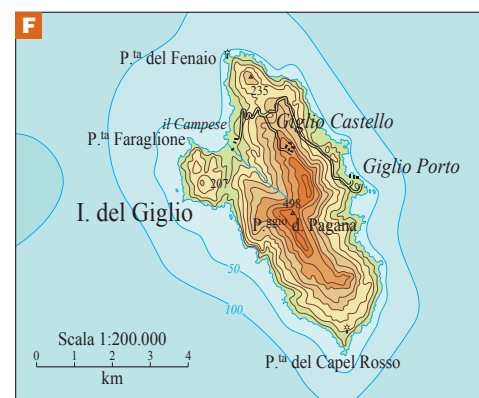
Rilievo a tratteggio



Rilievo a sfumo



Rilievo a curve di livello



Rilievo a curve di livello e tinte altimetriche

Un'importante tipologia di carte tematiche è costituita dalle **carte geologiche**, ottenute partendo da una carta topografica sulla quale sono poi riportate tutte le informazioni geologiche relative all'area in esame. In tali carte sono messe in evidenza la composizione e struttura delle rocce affioranti sul territorio considerato ed eventualmente la loro età, la loro giacitura, le fratture e le faglie presenti, nonché i piani di scistosità delle rocce metamorfiche. Sono altresì evidenziate le più importanti for-

me di deposito e di erosione recenti e altre numerose caratteristiche dell'evoluzione morfologica del territorio (figura III.13). Altre carte tematiche importanti sono le carte geomorfologiche e le carte dell'uso reale del suolo.

Come vedremo nel paragrafo V.6 l'integrazione delle informazioni fornite da carte tematiche di tipo differente è fondamentale per la gestione del territorio, la pianificazione urbanistica, la prevenzione del dissesto idrogeologico.

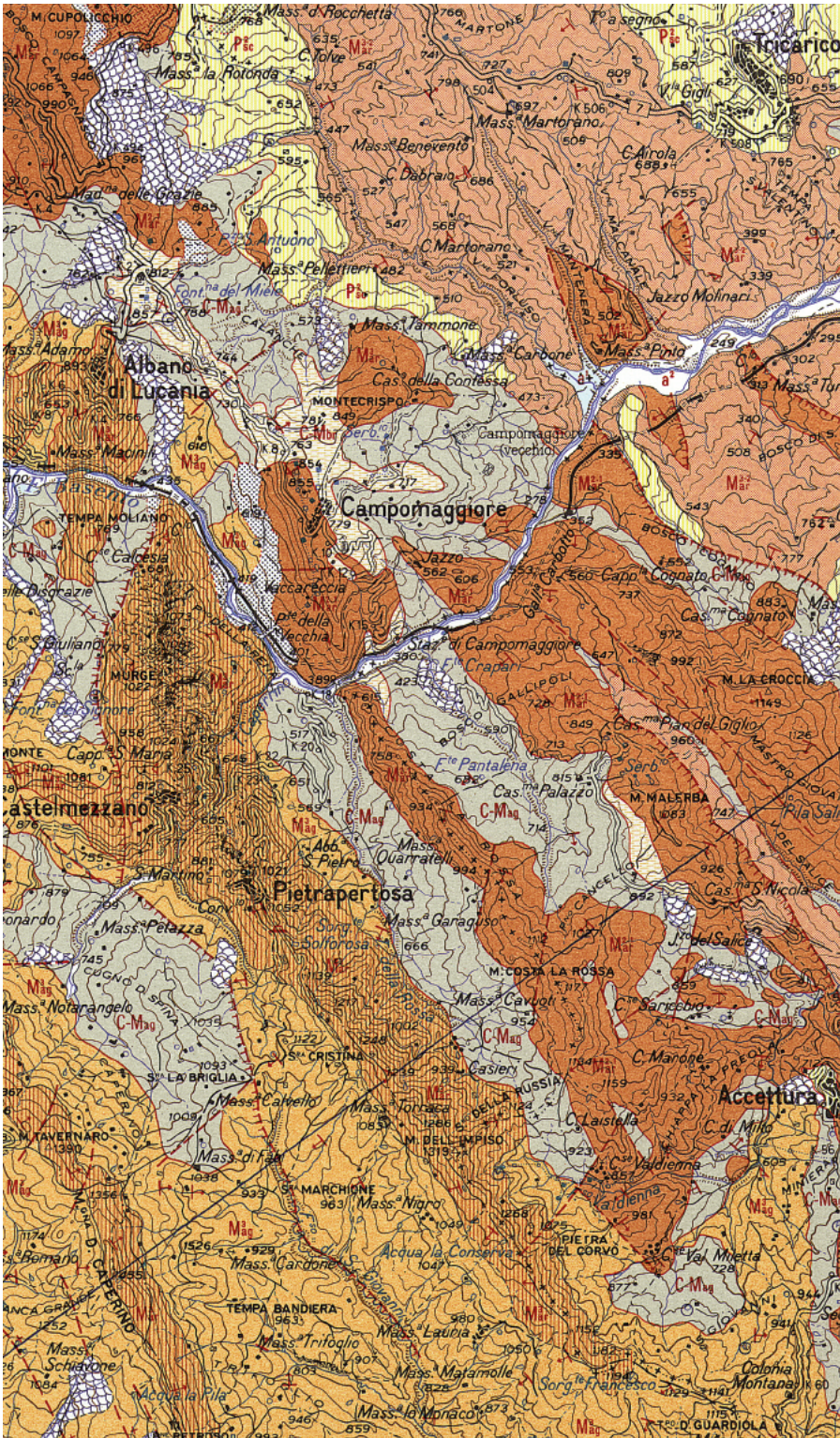
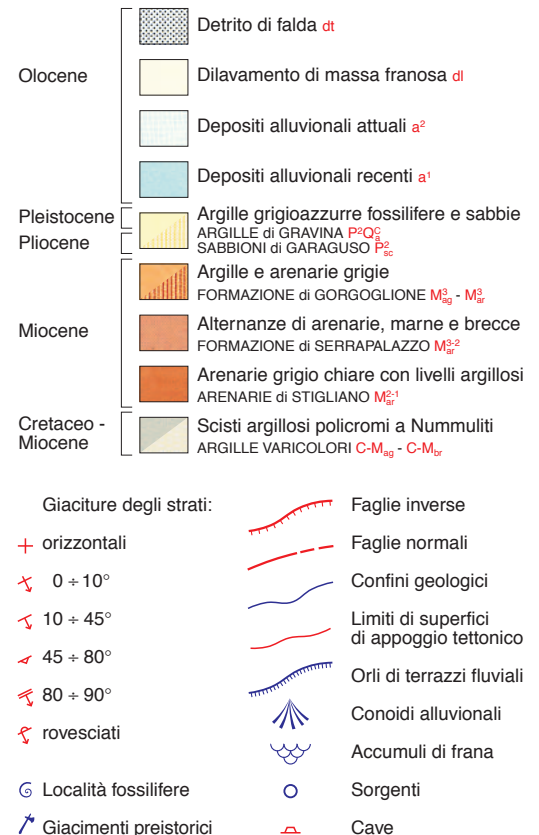


FIGURA III.13 Foglio Geologico numero 200 «Tricarico» della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Le carte geologiche sono suddivise in aree colorate delimitate da una linea, chiamata confine geologico. Dalla forma e geometria del confine geologico i geologi riescono a stabilire il tipo di struttura presente nel sottosuolo e le deformazioni che le rocce hanno subito. A ogni colore della carta, che è identificato anche da una sigla, corrispondono una formazione sedimentaria oppure corpi rocciosi ignei o metamorfici, e quando possibile è indicata anche l'età secondo la scala dei tempi.

Nella carta il fiume Basento occupa un valle all'interno di un territorio collinare lucano. A una prima osservazione possiamo notare che gran parte del territorio è caratterizzato da rocce sedimentarie terrigene di origine miocenica. Lungo il corso del fiume sono presenti depositi alluvionali recenti e attuali. Una lunga faglia corre dal centro del foglio verso il margine destro in basso. In varie località si notano accumuli di frana.



DOCUMENTO III.1 ► **Papiro delle miniere**

La mappa topografica (e geologica) più antica pervenuta fino a noi è il papiro 1879, noto come **Papiro delle Miniere**, conservato nel Museo Egizio di Torino, in cui viene rappresentata un'area mineraria aurifera del Wadi el-Hammamat, un corso d'acqua secco del Deserto orientale, utilizzato dagli Egizi come via di comunicazione tra la valle del Nilo e il Mar Rosso.

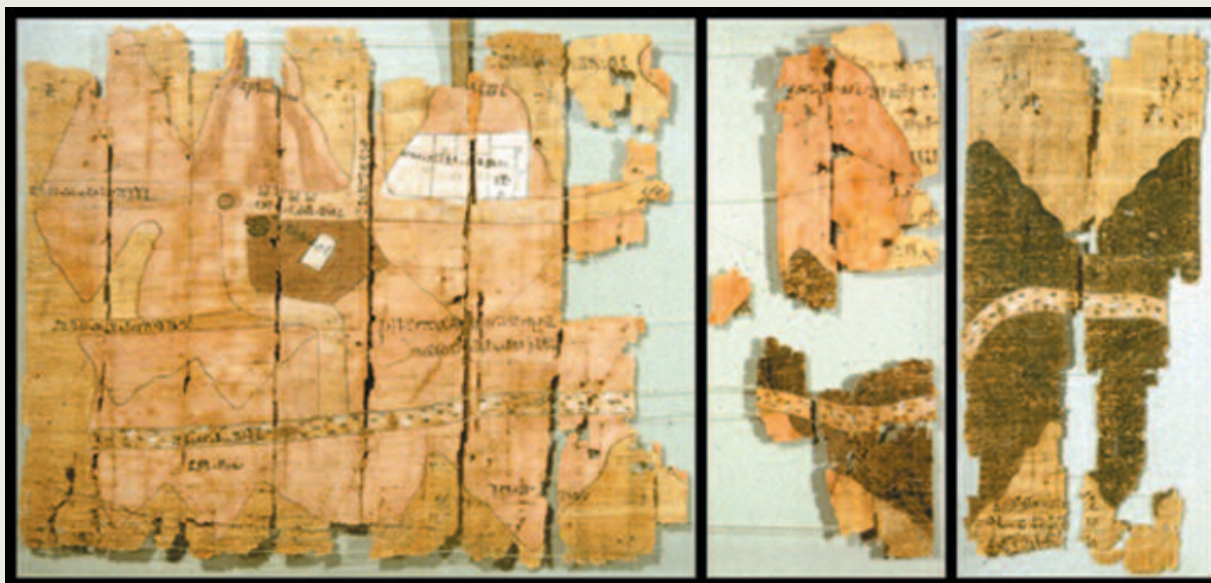
Il Wadi el-Hammamat era una ricca zona mineraria sfruttata per ottenere oro, argento e pietre da costruzione, tra cui un'arenaria di color grigio-verde

molto apprezzata per la costruzione di statue, sarcofagi e templi.

Una delle novità più peculiari del papiro sono i diversi colori per indicare le varie rocce (montagne, area delle miniere d'oro, cave di arenaria). Ma quello che è interessante è che questi colori non rispondono a una finalità estetica ma sono funzionali a indirizzare il visitatore nei vari luoghi. Anche la simbologia della mappa è «moderna». Per esempio, per indicare un pozzo si usa un circoletto nero e la cisterna dell'acqua è rappresentata da un

circolo verde con delle linee a zigzag per imitare le onde dell'acqua. Simboli sono anche usati per indicare case e vari edifici.

Il papiro conservato a Torino è datato da alcuni al periodo del Faraone Seti I, approssimativamente nel 1320 a.C., da altri alla XX Dinastia (tra il 1184 e il 1087 a.C.). Il reperto fu scoperto da Bernardino Drovetti nel 1820, in prossimità dell'antica Tebe, in quella che si ritiene la tomba di colui che fu, con molta probabilità, il suo autore, lo scriba Amennakhte.



Frammento del cosiddetto Papiro delle Miniere conservato nel Museo Egizio di Torino. Questa carta topografico-geologica è da considerare la carta geotematica più antica finora conosciuta.

III.8 La cartografia numerica

Con lo sviluppo e la diffusione delle nuove tecnologie informatiche, già da molti anni si è evoluta una branca della cartografia che può essere considerata come una nuova disciplina a sé stante, la cartografia numerica. Tale disciplina si occupa di produrre elaborati cartografici in ambiente informatico, acquisendo e trattando le informazioni riguardanti il territorio non più solo in forma grafica, ma in forma numerica.

► La **cartografia numerica** è costituita da archivi di coordinate che descrivono la geometria degli elementi del territorio, associati ad attributi che ne individuano la tipologia. I dati acquisiti possono essere visualizzati su carta o monitor.

La cartografia numerica si basa su un procedimento inverso rispetto a quello della cartografia tradizionale: l'elemento basilare della cartografia tradizionale è un disegno che contiene implicitamente le coordinate dei punti, mentre l'elemento basilare della cartografia numerica è dato dalle coordinate dei punti che contengono in forma implicita un disegno. I dati acquisiti in formato numerico costituiscono dei database, a partire dai quali è possibile effettuare analisi, visualizzare mappe sullo schermo e stampare carte mediante plotter.

Grazie alla cartografia numerica, è possibile riprodurre una data carta a scale differenti in modo più rapido che con i sistemi tradizionali, poiché i punti sono archiviati con le loro coordinate assolute. Occorre però tenere presente che l'aumento della scala non conferisce sempre un maggior grado di dettaglio nella carta derivata,

Il plotter è un dispositivo meccanico di tracciatura usato per trasportare il disegno dal computer su un foglio di carta o di altri materiali. Il plotter consente di ottenere stampati di maggiori dimensioni e garantisce in genere una migliore qualità di stampa rispetto alle comuni stampanti.

poiché esso è legato alle procedure di costruzione della carta originaria. Infatti il grado di dettaglio dipende dal preciso rapporto di scala utilizzato per costruire la carta rilevata.

La cartografia numerica ha tutti i contenuti e almeno tutte le funzioni di base della cartografia tradizionale e offre in più innumerevoli vantaggi: facilità di gestione e aggiornamento dei dati; minori costi di produzione; possibilità di elaborazione dei dati (calcolo di superfici e volumi, calcoli statistici, ecc.).

La digitalizzazione offre un ampio ventaglio di possibili visualizzazioni della superficie fisica del territorio: planimetrie, sezioni, modelli digitali tridimensionali del terreno (DTM, *Digital Terrain Model*) (figura III.14), visioni in prospettiva, animazioni da punti di vista diversi. Tutto ciò è reso possibile anche grazie all'utilizzo dei sistemi CAD (*Computer Aided Design*).

Visti i vantaggi che la cartografia numerica offre, attualmente è in corso una digitalizzazione delle carte tradizionali, per poi trasferirne i dati in formato numerico.

Nella cartografia numerica la posizione e la forma degli elementi geografici sono immessi e

memorizzati in un due tipi di formati: formato vettoriale o formato raster.

Il *formato vettoriale* consente di acquisire la posizione degli elementi geografici attraverso coppie oppure triplette di coordinate cartesiane. Mediante coppie di coordinate x, y è possibile raffigurare punti, linee e poligoni come elenchi di coordinate, piuttosto che come un disegno (figura III.15 A).

Il *formato raster* consente di memorizzare gli elementi geografici come una matrice di celle (raffigurate come pixel) ordinata in linee e colonne. Dalle dimensioni delle celle dipende il dettaglio delle informazioni. A ogni cella viene assegnato un valore alfanumerico che può corrispondere a un determinato colore (figura III.15 B).

È possibile trasformare i dati archiviati, da un formato all'altro.

L'evoluzione ulteriore degli strumenti informatici, in grado di strutturare ed elaborare una mole di dati sempre maggiore, ha condotto allo sviluppo di nuovi sistemi, non più finalizzati soltanto alla produzione di mappe digitali o carte. Tali sistemi, definiti GIS, consentono di analizzare e rielaborare in modo più sofisticato i dati territoriali.

III.9 I GIS (Geographical Information System)

► Il termine **GIS** (Geographic Information System) indica una complessa struttura che utilizza strumenti hardware e software specializzati per l'acquisizione, la memorizzazione, il controllo, l'integrazione, l'elaborazione e la rappresentazione di informazioni relative a dati georeferenziati.

Il termine **georeferenziati** indica che i dati trattati dai GIS sono posizionati nello spazio geografico terrestre, poiché sono note le loro coordinate in un determinato sistema di riferimento.

Un GIS non comprende solamente programmi per computer, ma, come indica l'acronimo inglese, rappresenta un vero e proprio «sistema» costituito da più parti che interagiscono tra di loro.

Nei GIS si possono individuare i componenti seguenti.

– *Database*, cioè l'insieme di dati territoriali georeferenziati e definiti da forme e dimensioni specifiche. Tali dati di tipo geometrico generalmente sono corredati sia da informazioni topologiche (cioè relazioni reciproche tra gli oggetti nello spazio), sia da attributi (descrizioni, foto o addirittura file multimediali associati), i quali forniscono informazioni qualitative relative al territorio (caratteristiche del suolo e sottosuolo, della vegetazione, toponimi, ecc.).

FIGURA III.14 Immagine digitale del terreno (DTM) dell'Etna.

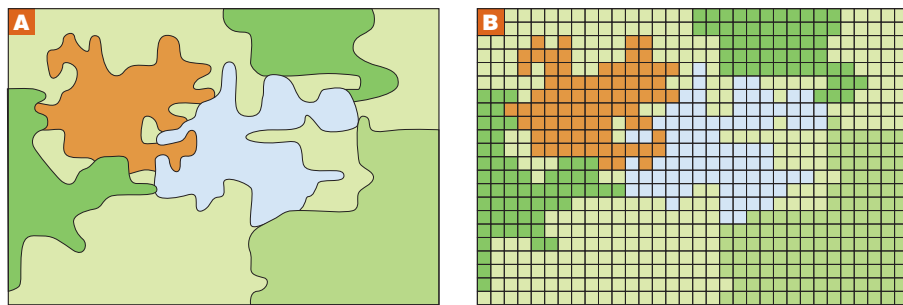
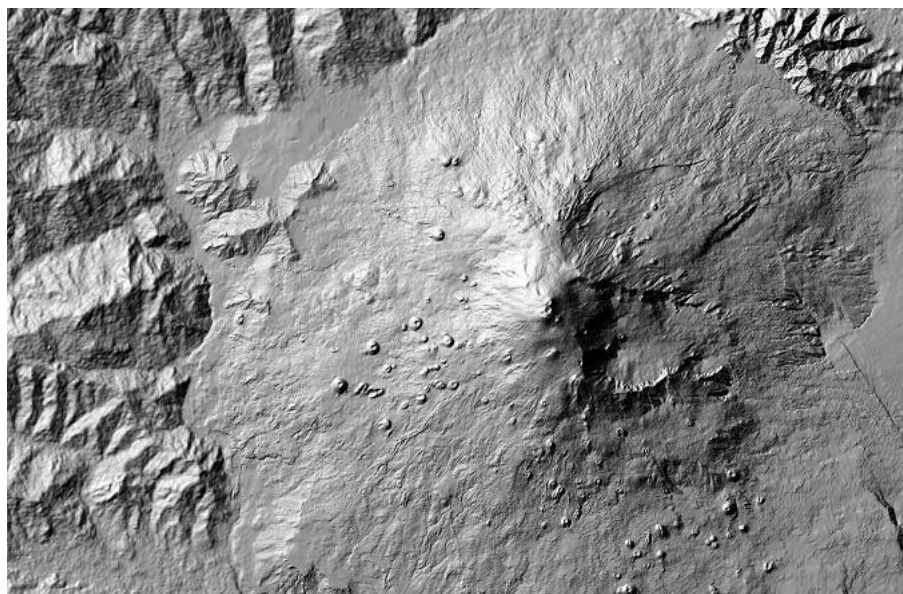


FIGURA III.15 (A), rappresentazione in formato vettoriale. (B), rappresentazione in formato raster. La rappresentazione è formata da una griglia di pixel.

La topologia è un insieme di regole che definiscono i rapporti di connessione, adiacenza e continuità tra elementi spaziali e che collegano tali elementi alle relative descrizioni (attributi). Grazie alla topologia, nelle mappe digitali è possibile ad esempio riconoscere aree contigue e identificarne i confini.

- *Risorse informatiche* costituite dalla componente hardware (computer, periferiche grafiche, collegamenti sia interni che esterni) e dalla componente software, tra cui programmi di archiviazione ed elaborazione dati, applicativi specifici, ecc.
- *Risorse umane* che comprendono varie figure professionali, tra cui tecnici che raccolgono i dati ambientali sul campo attraverso strumentazione specifica (GPS, laser scanner, centraline meteorologiche, ecc.), addetti al trattamento dei dati e, in ultimo, utilizzatori finali.
- *Metodi di lavoro* che scaturiscono dalle conoscenze pregresse e dalle innovazioni.

La peculiarità dei GIS è l'organizzazione dei dati in *strati informativi*, ciascuno dei quali contiene informazioni riguardo un preciso tematismo (idrologia, geomorfologia, infrastrutture, viabilità, ecc.). Dalla sovrapposizione di tutti i temi possibili si ottiene la rappresentazione del mondo reale (figura III.16).

È possibile combinare strati diversi per ottenere nuove informazioni ricavabili dall'integrazione di dati esistenti. In questo modo si possono costruire nuove carte tematiche tra cui carte del rischio (ambientale, geologico, sismico, ecc.); ad esempio per una data area, a partire dalla frequenza dei terremoti, dalle caratteristiche geolitologiche del sottosuolo, dalla densità abitativa, ecc. si può elaborare una carta del rischio sismico.

I GIS consentono di georeferenziare in modo indiretto qualsiasi dato che si possa mettere in relazione con dati già georeferenziati. Ad esempio, avendo a disposizione un archivio geografico dei comuni di una certa area, è possibile associare a ciascun comune il numero di abitanti, oppure il numero di decessi per tumore o ancora il numero di esercizi commerciali e così via.

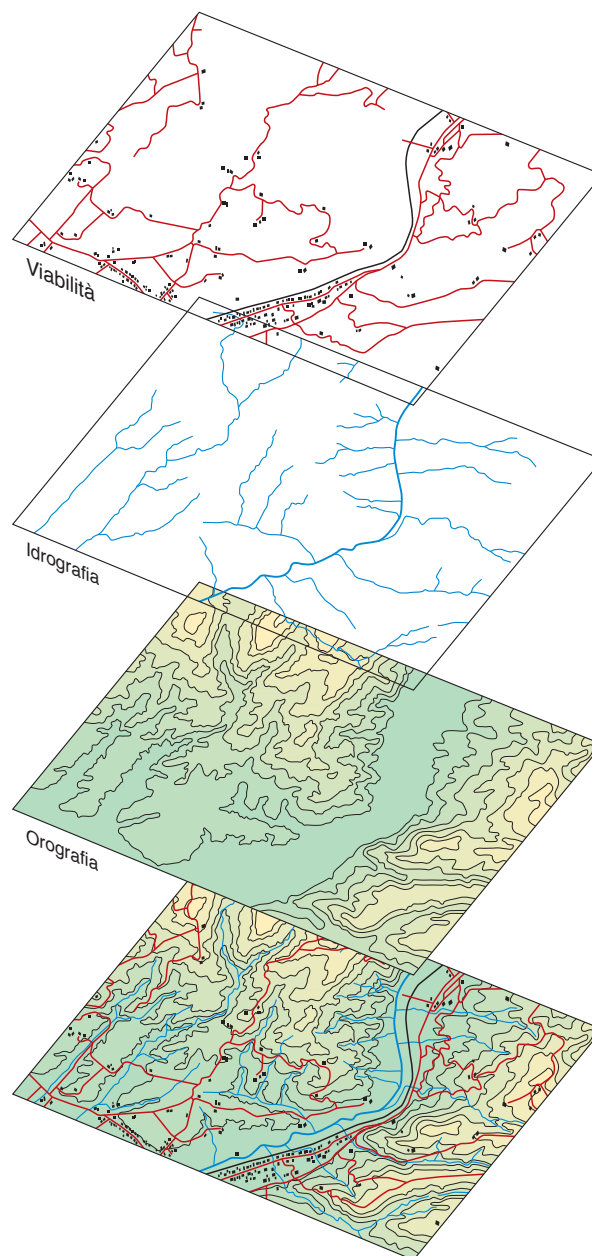
I software GIS consentono di gestire i dati geografici in modo da poter rispondere a interrogazioni formulate dall'utente. A titolo di esempio è possibile determinare il percorso più idoneo di un'ambulanza per raggiungere uno specifico indirizzo, tenendo conto di più variabili coinvolte (distanza, entità del traffico, sensi unici, caratteristiche della strada, ecc.).

I GIS sono potenti e ormai indispensabili strumenti a supporto di attività decisionali di amministrazioni pubbliche e realtà private che si interfacciano con il territorio. È possibile ad esempio identificare i siti più idonei alla collocazione di

una discarica, tenendo conto dei vari fattori in gioco: caratteristiche geologiche del sottosuolo, idrografia superficiale e sotterranea (presenza di falde), dislocazione dei centri abitati, sismicità dell'area, distribuzione delle colture, direzione dei venti prevalenti, ecc.

Allo stesso modo si può stabilire la pianificazione edilizia in aree a rischio (vulcanico, sismico, idrogeologico) e predisporre piani di evacuazione e intervento in caso di calamità naturali.

Con la diffusione delle reti Intranet e Internet le informazioni gestite da un GIS possono essere condivise, scambiate o aggiornate con altri utenti. In particolare, negli ultimi anni, si è assistito a un vero e proprio boom dei sistemi informativi, grazie anche alla diffusione tramite Internet di strumenti GIS gratuiti, quali le Google Maps fornite dal motore di ricerca Google.

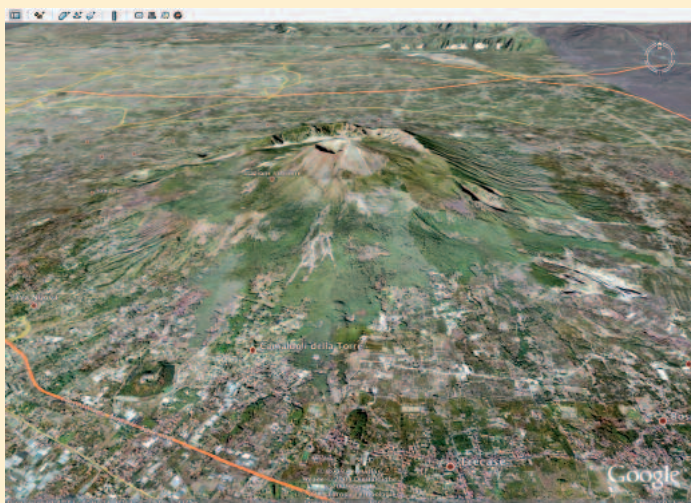
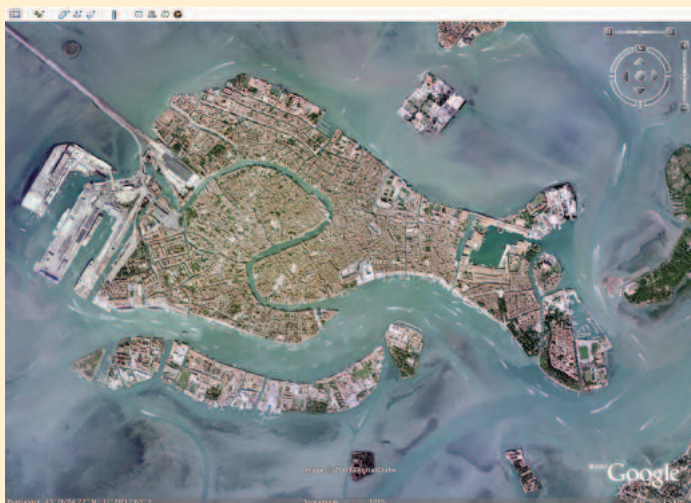


L'equivalente italiano del termine GIS è SIT, che rappresenta l'acronimo di Sistema Informativo Territoriale.

FIGURA III.16 Strati informativi in un GIS. Ogni strato informativo contiene elementi omogenei tra loro, che sovrapposti concorrono a fornire una rappresentazione della realtà.

Per saperne di più III.1

Google Earth



Una delle nuove frontiere della cartografia è Google Earth, un software che crea immagini virtuali della Terra ed è disponibile gratuitamente accedendo al sito internet omonimo. Si tratta di una sorta di mappamondo che permette di visualizzare fotografie aeree e satellitari della Terra. Occorre precisare che le immagini non sono visualizzate in tempo reale, ma risalgono agli ultimi anni e vengono periodicamente aggiornate.

Le immagini sono state ottenute a partire da dati satellitari, mappe aeree e da un modello topografico della Terra rilevato nel 2000 da una missione dello Shuttle. La risoluzione al suolo varia in relazione alla zona della Terra interessata: in media è pari a 15 m, ma nelle principali città del pianeta è addirittura inferiore al metro quadrato. In molti casi è quindi possibile riconoscere gli edifici, le strade e persino le auto presenti in una data area. Comunque, grazie alla funzione zoom, si sceglie da quale altezza osservare il territorio, a seconda dell'estensione di superficie terrestre che si vuole inquadrare.

Due vedute di Google Earth in cui sono rappresentate la laguna di Venezia in visione zenitale (in alto) e l'area del Vesuvio nella visione «terreno 3D» (in basso).

Utilizzare il programma è molto semplice, navigando con il mouse sul pianeta e scegliendo le zone di cui si vogliono visualizzare i dettagli, oppure fornendo le coordinate geografiche o gli indirizzi dei luoghi che si desidera individuare. Viceversa è possibile ricavare dal programma le coordinate dei punti su cui si scorre con il mouse.

Il software, oltre a visualizzare il territorio, permette di calcolare le distanze fra punti, di tracciare un percorso e determinarne la lunghezza complessiva, oltre che di ottenere numerose informazioni di carattere turistico. Le immagini sono infatti corredate da fotografie e descrizioni di vari luoghi e edifici di interesse storico e culturale. Esiste, inoltre, per certe zone, la possibilità di visualizzare la superficie topografica in tre dimensioni. Nel caso di alcune città statunitensi, canadesi, cinesi e giapponesi è possibile, in più, osservare la rappresentazione tridimensionale di molti edifici.

Il programma viene aggiornato continuamente anche grazie al fatto che ciascun utente è abilitato ad aggiungere dati e fotografie (che verranno verificate e in seguito definitivamente inserite) da condividere con tutti gli altri utenti.

Recentemente Google ha ampliato l'offerta con Google Earth Sky, rendendo possibile la visualizzazione della porzione di cielo situata al di sopra di un determinato luogo.

Mettiamoci alla prova

- 1 A quale periodo risalgono le prime ed elementari rappresentazioni del territorio?
- 2 Quale personaggio è considerato il primo cartografo della Storia?
- 3 Che cosa erano i portolani?
- 4 Fornisci la definizione di carta.
- 5 Cosa si intende per ortofotocarte e spaziocarte?
- 6 Spiega quali sono le differenze fra globi e carte.
- 7 Cosa si intende per DTM?
- 8 Qual è la differenza tra carte derivate e rilevate?
- 9 Perché le carte sono sempre approssimate?
- 10 Che cosa si intende, rispettivamente, per carte equidistanti, equivalenti e conformi?
- 11 Qual è la differenza fra scala numerica e scala grafica di una carta?
- 12 Esponi la classificazione delle carte in base alla loro scala.
- 13 In base a quali fattori varia l'apparato simbolico di una carta?
- 14 Quali elementi del territorio sono rappresentati attraverso il simbolismo cartografico?
- 15 Elenca i metodi con i quali si rappresenta il rilievo nelle carte. In una carta a piccola scala quale metodo di rappresentazione è più utilizzato?
- 16 Spiega cosa sono le isoipse e il significato del termine equidistanza.
- 17 Che cosa sono le isobate?
- 18 Che cos'è una carta tematica? Elenca almeno tre esempi.
- 19 Quali elementi sono rappresentati in una carta geologica?
- 20 Che cosa si intende per cartografia numerica?
- 21 Che cosa differenzia la cartografia numerica da quella tradizionale?
- 22 Spiega qual è la differenza fra formato raster e formato vettoriale dei dati cartografici.
- 23 Che cosa si intende per GIS? Da quali elementi è costituito?
- 24 Che cosa si intende per dati georeferenziati?
- 25 Che cosa sono gli strati informativi? Che cosa si ottiene dalla combinazione di più strati?



FACCIAMO IL PUNTO

Sommario

Che cos'è la cartografia? La cartografia è la scienza che si occupa della riproduzione grafica e convenzionale della superficie terrestre. La cartografia nasce come scienza nell'ambito della civiltà greca (intorno al VI sec. a.C.), anche se esistono testimonianze molto più antiche di rudimentali rappresentazioni del territorio. Dal XV sec. in poi le nuove scoperte geografiche e l'espansione dei commerci diedero un forte impulso allo sviluppo della cartografia. Successivamente l'evoluzione della geodesia, le nuove tecniche di rilievo del territorio (aerofotogrammetria, rilievo da satellite) e l'avvento dell'informatica hanno consentito di velocizzare, ampliare e rendere più precisa la produzione cartografica.

Come si rappresenta la superficie terrestre? La superficie terrestre può essere rappresentata mediante modelli tridimensionali tra cui i globi, i plastici e i DTM, oppure mediante modelli bidimensionali tra cui le immagini aeree e satellitari opportunamente modificate (ortofotocarte, spaziocarte) e le carte tradizionali e digitali. Le carte sono lo strumento basilare, ma vengono integrate dagli altri strumenti.

Quali sono le caratteristiche di una carta? Dato che una carta rappresenta la superficie terrestre (che è curva) su di un piano, la rappresentazione ottenuta non è perfettamente fedele, ma è sempre caratterizzata da deformazioni. Una carta è, quindi, una rappresentazione approssimata. Una carta è una rappresentazione ridotta, infatti gli elementi dell'area descritta vengono rimpiccioliti secondo un determinato fattore di scala. Le carte vengono classificate in ordine decrescente di scala in: mappe e piante, carte topografiche, carte corografiche, carte geografiche e planisferi.

Una carta è una raffigurazione simbolica in quanto essa adotta simboli convenzionali per indicare gli elementi del territorio. Particolari metodi

sono utilizzati per rappresentare il rilievo, il più importante dei quali è il metodo delle curve di livello.

Esistono carte, definite carte tematiche, che rappresentano la distribuzione geografica di determinati parametri del territorio (temi) e che utilizzano specifici artifici e apparati simbolici.

Quali sono le proprietà di una carta? Se una carta fosse una rappresentazione perfetta della superficie terrestre sarebbe contemporaneamente equidistante (viene mantenuta la proporzionalità tra le distanze reali e sulla carta), equivalente (viene mantenuta la proporzionalità tra le aree nella realtà e nella carta) e conforme (sono inalterati gli angoli nella realtà e nella carta). Dato che le carte sono sempre approssimate, nessuna carta possiede contemporaneamente le tre suddette proprietà, tranne nel caso in cui siano rappresentate superfici molto ristrette.

Cosa sono la cartografia numerica e i GIS? La cartografia numerica consiste in archivi di dati numerici e alfanumerici, riguardanti il territorio, memorizzati su supporti digitali. Questi dati possono essere utilizzati per effettuare calcoli e analisi e possono essere visualizzati sotto forma di carte, che vengono eventualmente stampate. I dati numerici vengono memorizzati in due formati: vettoriale e raster. La cartografia numerica consente un aggiornamento dei dati territoriali in maniera più rapida ed economica rispetto alle metodiche tradizionali. Un GIS o sistema informativo territoriale è un insieme di data base geografici, risorse informatiche (hardware e software), personale specializzato e metodi di lavoro, finalizzato all'archiviazione, elaborazione e presentazione di dati territoriali georeferenziati. Le informazioni sono organizzate in strati informativi riguardanti precisi temi. Le elaborazioni in ambito GIS consentono di ottenere carte tematiche sempre nuove dalla sovrapposizione di strati informativi. Inoltre i GIS consentono moltissime altre operazioni come la georeferenziazione indiretta di dati, l'interrogazione da parte dell'utente, ecc.

VERIFICA LE CONOSCENZE

Domande a scelta multipla (scegli il/i completamento/i corretto/i)

1 Una carta è equivalente quando:

- A è costante il rapporto fra le distanze reali e quelle misurate sulla carta;
- B mantiene inalterati gli angoli misurati nella carta rispetto a quelli reali;
- C è costante il rapporto fra le superfici reali e quelle determinate sulla carta;
- D è costante il rapporto fra distanze e superfici reali e sulla carta.

2 Indica quale sequenza, in ordine crescente di scala, è corretta:

- A 1:25 000 | 1:100 000 | 1:100 000 | 1:200 000 | 1:1 000 000;
- B 1:100 000 | 1:25 000 | 1:100 000 | 1:200 000 | 1:1 000 000;
- C 1:100 000 | 1:200 000 | 1:25 000 | 1:100 000 | 1:100 000;
- D 1:1 000 000 | 1:200 000 | 1:100 000 | 1:25 000 | 1:10 000.

3 Rispetto alla superficie rappresentata in una carta in scala 1:50 000, la superficie del territorio rappresentato in una carta 1:25 000 è pari a:

- A 1/4;
- B 4 volte;
- C 1/2;
- D 2 volte;

4 Scegli quale sequenza è corretta in ordine di scala decrescente:

- A mappe, carte corografiche, carte geografiche, carte topografiche;
- B carte geografiche, carte corografiche, carte topografiche, mappe;
- C mappe, carte topografiche, carte corografiche, carte geografiche;
- D carte geografiche, carte topografiche, carte corografiche, mappe.

5 Sono definite «carte di base» le:

- A carte geografiche; B mappe;
- C carte corografiche; D carte topografiche.

6 Le ortofotocarte sono:

- A immagini fotografiche prese da aereo oppure da satellite;
- B fotogrammi modificati e integrati da simboli;
- C carte ottenute con le proiezioni ortografiche;
- D modelli stereoscopici del terreno.

7 Le isoipse sono:

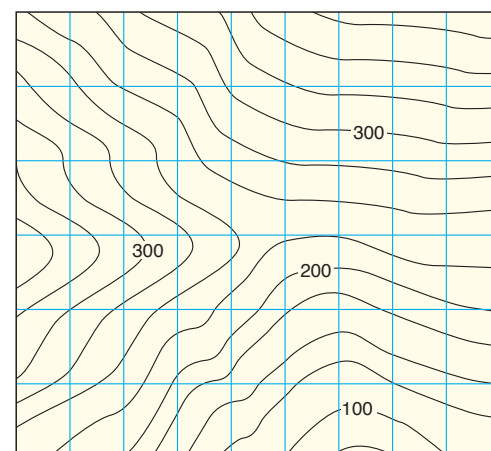
- A linee che collegano tutti i punti alla stessa profondità in un bacino idrico;
- B linee che collegano tutti i punti aventi la

stessa temperatura;

- C linee che collegano tutti i punti aventi la stessa quota;
- D linee che congiungono tutti i punti aventi la stessa pressione atmosferica.

8 Nella figura in basso l'equidistanza fra le isoipse è:

- A 30 m;
- B 20 m;
- C 25 m;
- D 100 m.





VERIFICA LE COMPETENZE

Quesiti ed Esercizi

- 9 Spiega perché nessuna carta equivalente può essere anche isogonica.
- 10 Hai a disposizione una carta a piccola scala e verificaci che esiste corrispondenza tra le aree rappresentate e quelle reali. Come si definisce la carta? Puoi usare la medesima carta per trovare gli angoli fra le direzioni delle località riportate nella carta? Giustifica la risposta.
- 11 Ti stai avvicinando alla costa con una barca che ha un pescaggio di 2 m. Per procedere all'ancoraggio consulta la carta nautica. Quale importante informazione puoi trarre dalla consultazione? Attraverso quale simbolismo cartografico ricevi una informazione precisa?
- 12 Qual è la distanza reale fra due città che distano 2,5 cm su una carta in scala 1:1200000?

- 13 Due città distanti 40 km in linea d'aria, su di una carta distano 2 cm. Qual è la scala della carta?
 - 14 La distanza fra due città in linea d'aria è di 36 km. Quanto distano le due città in una carta in scala 1:200000?
 - 15 Un terreno di forma quadrata di lato pari a 80 m viene rappresentato in scala 1:10000. Quanto misura l'area di tale terreno nella carta?
 - 16 Un bosco in una carta in scala 1:50000 ha una superficie pari a 25 cm². Quale sarebbe la sua superficie in una carta 1:100000?
- NB Osserva lo stralcio della tavoletta (carta topografica 1:25000) riportata a basso a sinistra e rispondi alle domande 17÷22 utilizzando anche la legenda riportata in figura III.9.
- 17 Qual è l'andamento altimetrico in questa porzione di territorio?

- 18 Entro quali valori massimo e minimo di quota è compreso il territorio raffigurato?
- 19 Che cosa si può dire in merito all'idrografia?
- 20 Che cosa si può affermare in merito alla densità abitativa?
- 21 Quali sono le principali colture?
- 22 Calcola la distanza in linea d'aria fra San Demetrio e Acquarola.
- 23 In un globo di 64 cm di raggio, quale altezza avrebbe il Monte Bianco, alto in realtà 4810 m? (Assumi che la misura approssimata del raggio vero della Terra sia di 6400 km).
- 24 La scala numerica di una carta è 1:4000000. Sulla carta la distanza tra due isole misura 5 cm. A quanti centimetri di distanza sono rappresentate le due isole su un'altra carta, che ha scala 1:1000000? Quanti chilometri dividono le due isole sulla superficie della Terra?
- 25 In una carta alla scala 1:2000000 è stato individuato un rettangolo con i lati che misurano 1 cm e 3 cm. Quale area sulla superficie, espressa in km², corrisponde al rettangolo indicato?

NB Osserva la carta tematica riportata in basso a destra e rispondi alle domande 26÷28.

- 26 Classifica la carta in base alla scala.
- 27 Quali sono le aree in cui la piovosità media annua è maggiore? E quelle in cui la piovosità media annua è minore?
- 28 Qual è la piovosità media annua del territorio in cui vivi.

