

# CARTOGRAFIA

## Introduzione

La cartografia è la disciplina che si occupa della produzione, interpretazione, raccolta, archiviazione e diffusione delle mappe.

### Definizione:

La cartografia è l'arte e la scienza di rappresentare graficamente la superficie della Terra o di altre regioni attraverso mappe.

Una carta geografica è un disegno in piano, che rappresenta la superficie terrestre o una parte di essa, i fenomeni e delle condizioni di fatto della Terra.

Può rappresentare anche gli altri corpi celesti o del cosmo, resa in proiezione orizzontale, rimpicciolita, semplificata, generalizzata e dichiarata nei suoi segni.

L'esistenza di una buona cartografia è condizione necessaria di uno sviluppo armonico delle risorse mondiali.

La cartografia svolge un ruolo cruciale nelle nostre vite quotidiane, facilitando la comprensione del mondo circostante e supportando attività che vanno dalla navigazione al monitoraggio ambientale e urbanistico.

### Elementi Fondamentali:

- Mappa: Rappresentazione grafica di una zona o di un fenomeno.
- Simboli: Segni convenzionali utilizzati per rappresentare oggetti o caratteristiche sulla mappa.
- Scala: Rapporto tra le dimensioni sulla mappa e le dimensioni reali sulla Terra.
- Orientamento: Indicazione della direzione geografica, spesso attraverso una bussola o una rosa dei venti.

### Tipi di Carte:

- Topografiche: Rappresentano dettagli del terreno, come strade, rilievi, fiumi.
- Tematiche: Concentrate su un tema specifico, come la popolazione, il clima, l'uso del suolo.
- Geologiche: Mostrano la composizione e la struttura geologica del suolo.
- Nautiche: Utilizzate per la navigazione marittima, mostrano le acque, i porti, i fondali.

### Strumenti di Lavoro:

- GPS (Global Positioning System): Tecnologia utilizzata per determinare la posizione precisa sulla Terra.
- GIS (Geographic Information System): Sistemi informativi geografici per la gestione e l'analisi di dati geospaziali.
- Software di Cartografia: Strumenti come ArcGIS, QGIS per creare, modificare e analizzare mappe digitali.

### Applicazioni:

- Pianificazione del Territorio: Per la progettazione urbana, la gestione delle risorse, la pianificazione ambientale.
- Tutti i fenomeni legati al territorio hanno una precisa localizzazione e grazie a questa è possibile comprendere le interrelazioni che consentono di decifrare le dinamiche territoriali passate e/o previste.
- Navigazione: Mappe stradali, nautiche e aeree per la navigazione.
- Ricerca Scientifica: Utilizzata in geologia, meteorologia, biologia, ecc.

### Evoluzione Tecnologica:

- Mappe Digitali: Passaggio dalla cartografia tradizionale alle mappe digitali interattive.
- Telerilevamento: Utilizzo di immagini satellitari e aeree per ottenere dati geospaziali.
- Mappatura 3D: Tecniche avanzate per la rappresentazione tridimensionale della superficie terrestre.

## **I tipi di cartografia**

### Di base

La cartografia di base è un ramo della cartografia che si concentra sulla rappresentazione essenziale dei dettagli geografici fondamentali.

La cartografia di base mira a rappresentare in modo chiaro e accessibile le caratteristiche geografiche di una determinata area, senza eccessivi dettagli o sovraccarico di informazioni.

Include elementi chiave come strade, fiumi, confini politici, insediamenti urbani, altitudini significative e altre caratteristiche geografiche di rilevanza generale.

Le mappe di base spesso presentano una scala più ampia rispetto a mappe tematiche o topografiche, coprendo aree più estese con meno dettagli.

Quindi la cartografia di base semplifica la rappresentazione di elementi, ad esempio, utilizzando simboli standardizzati per indicare categorie di strade o corpi idrici.

### Tematica

La cartografia tematica è una disciplina della cartografia che si concentra sulla rappresentazione di informazioni specifiche o temi geografici su una mappa.

La cartografia tematica mira a visualizzare e comunicare informazioni specifiche o tematiche su un'area geografica determinata.

Si occupa di una vasta gamma di temi, tra cui popolazione, clima, uso del suolo, distribuzione di specie, economia, demografia e molti altri.

La mappa tematica si concentra su elementi specifici collegati al tema scelto, utilizzando simboli, colori e altre rappresentazioni visive.

Utilizza simboli grafici, colori o gradazioni per rappresentare quantità o categorie legate al tema. Le legende spiegano il significato dei simboli.

La cartografia tematica è spesso integrata nei sistemi informativi geografici, consentendo la gestione, l'analisi e la visualizzazione di dati tematici in modo dinamico.

Le carte tematiche possono riguardare diversi aspetti come quello naturale (es: climatiche, sismiche), quello antropologico (es: demografia, densità), quello economico (es: suolo, industrie, traffico).

### Modelli digitali delle altezze DTM, DSM

Sono modelli prodotti cartografici che forniscono il dato di base per la modellazione solida tramite software del territorio e/o delle strutture e infrastrutture su di esso esistenti. La loro caratteristica è di trasmettere la forma dell'oggetto descritto.

### Ortofoto carte (cartografia fotografica)

L'ortofotografia è una rappresentazione fotografica di una porzione di terra o di una superficie terrestre ottenuta da fotografie aeree o da immagini satellitari.

È quindi un'immagine georeferenziata che è stata corretta per eliminare le distorsioni causate dalla prospettiva e dall'inclinazione, fornendo una rappresentazione accurata e dettagliata del terreno.

Le ortofoto vengono create attraverso un processo noto come ortorettifica, che corregge gli errori prospettici, di inclinazione e distorti presenti nelle immagini originali.

Le ortofoto sono spesso integrate nei Sistemi Informativi Geografici (GIS) per consentire la sovrapposizione di dati geospaziali, la visualizzazione precisa e l'analisi di dettaglio.

Le ortofoto sono utilizzate in vari settori, tra cui urbanistica, agricoltura, gestione del territorio, monitoraggio ambientale, pianificazione di emergenza e altro ancora.

Hanno un elevato livello di dettaglio e precisione, consentendo di visualizzare con accuratezza dettagli come edifici, strade, campi coltivati e altri elementi del paesaggio.

Le ortofoto possono essere integrate con altri dati cartografici, come mappe topografiche, mappe tematiche e dati altimetrici, per creare rappresentazioni complete e informative.

### Modelli tridimensionali realistici

Sono utili per la visualizzazione dell'impatto paesaggistico e ambientale di progetti che tendono a modificare la morfologia del territorio.

### **I tipi di carte**

#### Classificazione in funzione dell'origine:

Carte rilevate: si ottengono direttamente dal rilievo del territorio

Carte derivate: si ricavano dalla elaborazione di carte preesistenti redatte in scala maggiore depurando alcune informazioni che non sarebbero leggibili nella carta in scala minore

#### Classificazione in funzione del contenuto:

Carte generali (di base): aventi la caratteristica di rappresentare la maggior quantità di particolari possibili, di interesse comune al maggior numero di potenziali utenti

Carte tematiche: redatte su una carta di base per evidenziare un particolare fenomeno o un gruppo di fenomeni (temi) che interessano la zona rappresentata.

### **Le funzioni**

#### Delle carte:

- Fornire informazioni sul territorio in forma visiva (esistenza, forma, ingombri degli elementi costituenti il territorio)
- Fornire informazioni di tipo geometrico (distanze, angoli, quote)
- Fornire la base per la realizzazione delle carte tematiche

#### Le principali carte usate in ambito tecnico sono:

- Cartografia ufficiale dello stato
- Carte tecniche regionali e di altri enti territoriali
- Carte catastali
- Carte tematiche

### **La scala di rappresentazione**

La scala di riduzione è il rapporto numerico tra le misure lineari rappresentate sulla carta e quelle corrispondenti misurate sul terreno nel mondo reale.

La scala è inversamente proporzionale al denominatore del rapporto: più grande è il denominatore più piccola è la scala. Al diminuire della scala diminuiscono anche le informazioni riportate sulla carta.

#### Precisione delle carte

Le informazioni geometriche ricavabili sulle carte sono strettamente connesse alla scala con la quale è stata realizzata la carta.

È prassi indicare la precisione con la quale possono essere ricavate le grandezze da una carta, pari al doppio dell'errore di graficismo.

### **La struttura della carta**

Le carte a grande scala e le planimetrie necessitano di poche indicazioni, in quanto la rappresentazione 'naturale' è di per sé esplicativa.

Al contrario le carte a media e piccola scala richiedono numerosi elementi a corredo che ne permettano la corretta lettura e interpretazione.

Queste carte sono sempre strutturate in tre parti:

- Quadro: parte costituente la rappresentazione grafica vera e propria;
- Cornice: contiene gli elementi per risalire alle informazioni numeriche dei punti presenti nel quadro;
- Legenda: contengono le informazioni sulla simbologia e sulle convenzioni adottate nella carta.

### **Le carte in passato**

#### Orbis terrarum di Eratostene

Possiamo affermare che la prima rappresentazione completa e attendibile del mondo conosciuto è dovuta a Eratostene che non fu solo un cartografo, ma anche uno scienziato geniale e versatile che per primo determinò le dimensioni del pianeta.

#### La cosmografia di Claudio Tolomeo

Il primo grande cartografo dell'antichità fu Claudio Tolomeo di Alessandria la cui opera rappresentò un vero e proprio atlante che riproduceva in 26 rappresentazioni il mondo allora conosciuto.

#### La tabula peutigeriana

In epoca romana viene redatta una carta che rappresentava i tracciati delle strade dell'impero su una striscia lunga 6 m e larga 35 cm. È nota come Tabula Peutigeriana, dal nome dell'austriaco Konrad Peutiger che ne iniziò il recupero.

Essa non è una vera carta, dunque non permette una rappresentazione realistica dei paesaggi né la rilevazione delle distanze, ma si tratta di una rappresentazione simbolica, che consentiva di orientarsi facilmente come con un moderno stradario.

#### Orbis terrarum di Ortelius

A seguito della scoperta dell'America, la cartografia ebbe un formidabile impulso a cui diede avvio il cartografo olandese Abramo Ortelius con la sua opera che divenne famosa.

Era un atlante in 53 carte assemblate con le fonti cartografiche conosciute, divenne celebre.

#### Cassini: la cartografia degli stati

Nel 1700 lo Stato francese si dotò della rappresentazione cartografica ufficiale dell'intera nazione realizzata dalla dinastia dei Cassini e finita nel 1790 dopo più di un secolo; essa era composta di 182 fogli, e fu la capostipite di tutte le cartografie ufficiali di cui, in seguito, ogni Stato si fornì.

Al momento della sua emanazione nel 1886 il Catasto adottò il sistema di rappresentazione di Cassini-Soldner.

È una rappresentazione afilattica praticamente equivalente che presenta deformazioni accettabili in un'area di raggio 70-80 km.

L'origine O è un punto scelto arbitrariamente nell'ambito di una certa zona.

La coordinata lungo il meridiano viene indicata con X, quella lungo il parallelo con Y.

### **Le deformazioni cartografiche**

La superficie terrestre non è sviluppabile sul piano, e non è possibile creare la corrispondenza biunivoca posta alla base della teoria senza prevedere necessariamente dilatazioni e deformazioni. Tanto più è grande la superficie quanto più grande sarà la deformazione dell'area rappresentata.

Pertanto per trasferire sul piano della carta una superficie sferica, occorre deformarla anche in modo non omogeneo. Ogni modalità di proiezione cartografica, dà origine a carte a fette e conseguenti deformazioni che possono essere: angolari, lineari ed superficiali.

In base alla deformazione ci possono essere più tipologie di carte per contrastarle: Equidistanti, Equivalenti, conformi o isogeniche e afilattiche.

Per quanto riguarda le proiezioni della terra su un piano ci possono essere 3 modalità:

- Proiezioni semplici: Rappresentazioni cartografiche ottenute con mezzi puramente geometrici
- Rappresentazioni analitiche: Ottenute usando mezzi analitici, svincolando il problema da ogni proiezione
- Proiezioni modificate: Rappresentazioni cartografiche che si ottengono con mezzi analitici per imporre ad una proiezione cartografica altre caratteristiche
- Prospettiche: quando viene eseguita direttamente sul piano di rappresentazione
- Per sviluppo: quando vengono eseguite su una superficie cilindrica o conica e successivamente sviluppate sul piano di rappresentazione.

### **Rappresentazione di Gauss**

Gauss ha sviluppato la proiezione cilindrica inversa modificata, che conserva le distanze lungo il meridiano.

Impose le seguenti condizioni:

- L'equatore si trasforma nell'asse delle ascisse E;
- Il meridiano origine si trasforma nell'asse delle ordinate N;
- Un arco di lunghezza sul meridiano deve trasformarsi in un segmento di pari lunghezza sulla carta
- Un angolo formato da due direzioni uscenti da un punto sull'ellissoide deve mantenersi uguale all'angolo formato dalle corrispondenti direzioni riportate sulla carta (carta conforme);
- Il coefficiente di deformazione lineare varia da punto a punto ma è sempre maggiore uguale ad 1, e uguale per tutte le direzioni uscenti da quel punto.

### **Il Coefficiente di contrazione (0.9996)**

Il coefficiente di contrazione rappresenta la misura del cambiamento di volume di un materiale durante il passaggio dallo stato liquido a quello solido.

Gauss insieme ad un altro cartografo svilupparono la 1° cartografia nazionale italiana

### **Il Sistema Internazionale UTM**

Il Sistema Internazionale UTM (Universal Transverse Mercator) è una proiezione cartografica utilizzata globalmente per la rappresentazione planimetrica della superficie terrestre, divisa in 6 fusi orari trasversali, ognuno con una sua proiezione conforme.

### **Il contenuto cartografico**

#### **I Parametri di qualità dei dati**

<b>Completezza</b>	di omissione	<i>dati mancanti rispetto a quelli previsti</i>	percentuale degli item omessi rapportato al numero di quelli attesi (5)
<b>Consistenza logica</b>	concettuale	<i>aderenza alle regole dello schema concettuale</i>	percentuale degli item aderenti allo schema rapportato al numero totale degli item (95)
	di dominio	<i>aderenza dei valori al loro dominio</i>	percentuale degli item che appartengono al loro dominio rapportato al numero degli item totali (95)
	di formato	<i>grado di concordanza con la struttura fisica del dataset con cui i dati sono memorizzati</i>	percentuale degli item con formato corretto rapportato al numero totale degli item (95)
<b>Accuratezza tematica</b>	di classificazione	<i>correttezza della classificazione assegnata all'oggetto e ai suoi attributi</i>	percentuale degli item corretti rapportato al numero totale degli item (95)

### Tipo di rappresentazione

- Cartografia a tratto
- Cartografia numerica (RASTER e VECTOR)
- Cartografia fotografica

### Contenuto

- Carte generali ↔ Carte tematiche
- Carte regolari ↔ Carte speditive
- Carte rilevate ↔ Carte derivate

### Accuratezza cartografica

Accuratezza planimetrica e altimetrica → 3 cm

In base alla scala della carta il valore può aumentare o diminuire.

### **Le trasformazioni isometriche («rettilinee»)**

#### Le cartografie sono tutte deformate

Quando devo lavorare su un'opera di ingegneria (diga, ponte, viadotto, galleria....) è necessario fornire agli operatori coordinate che siano il più vicino possibile a quelle "reali".

Si usano quindi le coordinate "rettilinee", con sistemi di proiezione studiati secondo la dimensione e l'orientamento dell'opera.

Si usano delle False origini in modo che siano delle coordinate molto diverse da quelle ordinarie, in modo che non sia possibile cadere in confusione.

#### Distanza reale e topografica

La distanza reale:

Rappresenta la lunghezza fisica effettiva tra due punti sulla superficie terrestre, mentre la distanza topografica tiene conto della configurazione del terreno, misurando la lunghezza del percorso effettivo che segue la topografia tra i due punti.

La distanza topografica:

Può essere maggiore della distanza reale a causa delle elevazioni del terreno.

È la lunghezza del segmento che ha per estremi le proiezioni dei due punti sulla superficie di riferimento adottata nelle operazioni topografiche.

È generalmente sempre inferiore (o al più uguale) alla distanza reale, salvo il caso di lavori sottomarini.

Distanza orizzontale:

La misura diretta della distanza topografica  $D$  tra due punti  $A$  e  $B$  non è quasi mai possibile.

Essa andrebbe effettuata direttamente sulla superficie di riferimento; in realtà essa viene determinata per via indiretta in uno dei seguenti modi:

- Misura diretta della distanza inclinata  $D_i$
- Misura diretta della distanza orizzontale  $D_o$

### ***Il sistema di riferimento in cartografia***

Il sistema di riferimento in cartografia è un insieme di coordinate, regole e parametri utilizzati per stabilire la posizione esatta di punti sulla superficie terrestre all'interno di una rappresentazione cartografica, permettendo una corretta interpretazione e comunicazione delle informazioni geospaziali.

### ***Le sotto reti***

La rete europea EUREF (European Reference Frame) e il sistema ETRS (European Terrestrial Reference System) costituiscono un sistema geodetico di riferimento per l'Europa.

EUREF è una rete di stazioni permanenti di monitoraggio geodetico distribuite in tutta Europa, mentre ETRS è il sistema di coordinate e parametri associati a questa rete.

Insieme, forniscono una base comune e stabile per misurazioni precise e per la definizione di posizioni geografiche sulla superficie terrestre in Europa.

#### La rete di livellazione

La rete di livellazione è un insieme di punti altimetrici collegati tra loro attraverso misurazioni di differenze di altitudine, stabilendo una superficie di riferimento altimetrico.

Questa rete è utilizzata per rappresentare la variazione altimetrica del terreno e per stabilire i livelli altimetrici in una determinata area geografica.

La livellazione può essere di diversi tipi, inclusi il livellamento geometrico e il livellamento trigonometrico, ed è essenziale nelle scienze geodetiche, topografiche e ingegneristiche.

### ***I reticolati***

#### Taglio di una carta

Quando si realizza la cartografia di un territorio esiste il problema della sua dimensione al fine rendere la sua consultazione maneggevole.

Esistono differenti modalità operative:

Taglio a perimetro chiuso

Taglio a perimetro aperto con:

- Taglio geografico (Secondo le trasformate dei meridiani e dei paralleli)
- Taglio cartografico (Secondo coordinate intere su piano cartografico)

#### Tipi di reticoli

- Reticolato geografico (Il reticolato geografico è una griglia immaginaria di linee di latitudine e longitudine che si intersecano sulla superficie terrestre, facilitando la determinazione delle posizioni geografiche)

- Reticolato chilometrico UTM (Il reticolato chilometrico UTM è una griglia di coordinate metriche utilizzata globalmente, suddividendo la superficie terrestre in fusi orari trasversali per semplificare la rappresentazione cartografica e la navigazione)
- Reticolato chilometrico GAUSS-BOAGA (Il reticolato chilometrico Gauss-Boaga è una griglia di coordinate metriche utilizzata in Italia, basata su proiezioni di Gauss con parametri adattati alla conformità con la forma del territorio italiano)

## **La cartografia nazionale**

### La storia

La storia della cartografia nazionale nel XX secolo è stata caratterizzata da significativi progressi tecnologici, cambiamenti politici e sociali, e l'evoluzione delle esigenze nella rappresentazione e gestione delle informazioni geografiche. Di seguito sono riportati alcuni sviluppi salienti:

#### Prima Metà del XX Secolo:

**Guerra e Cartografia:** Le entità nazionali hanno investito nella cartografia per scopi militari durante le due guerre mondiali, portando a progressi nelle tecniche di rilevamento e mappatura.

**Aerofotogrammetria:** L'avvento della fotografia aerea ha rivoluzionato la cartografia, consentendo la creazione di mappe dettagliate attraverso la fotogrammetria.

#### Dopo guerra:

**Ricostruzione e Pianificazione:** Dopo la Seconda Guerra Mondiale, molti paesi europei si sono impegnati nella ricostruzione e nella pianificazione urbana, richiedendo mappe dettagliate e aggiornate.

#### Sviluppo di GIS:

Negli anni '60 e '70, l'emergere dei Sistemi Informativi Geografici (GIS) ha contribuito a trasformare la cartografia, consentendo la gestione digitale dei dati geospaziali.

#### Tecnologia Digitale:

**Computer e Software GIS:** L'avvento dei computer ha permesso la produzione di mappe digitali, e i software GIS hanno reso possibile l'analisi spaziale e la gestione integrata dei dati.

#### GPS:

La disponibilità del Global Positioning System (GPS) negli anni '90 ha rivoluzionato il rilevamento e la mappatura, consentendo posizionamenti precisi su scala globale.

La storia della cartografia nazionale nel XX secolo riflette la continua evoluzione delle tecnologie e delle esigenze sociali, con un passaggio significativo dalla cartografia tradizionale a quella digitale, che ha reso le informazioni geografiche più accessibili, dinamiche e interconnesse a livello globale.

## **IntesaGIS in Italia**

Il problema della standardizzazione è nato quando la cartografia è diventato un prodotto numerico:

- Necessità di una codifica
- In Italia abbiamo una molteplicità di enti cartografici
- Statali (IGM, IIM, CIGA, Catasto, Servizio Geologico)
- Regioni, province, Comuni...
- Ognuno ha proposto una codifica

## **Inspire**

INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) è una iniziativa dell'Unione Europea volta a stabilire un quadro per la condivisione e l'accesso armonizzato delle informazioni geospaziali tra gli Stati membri.

L'obiettivo principale di INSPIRE è creare un'infrastruttura di informazioni spaziali che faciliti la scoperta, l'accesso e l'uso delle informazioni geospaziali in Europa.

INSPIRE copre una vasta gamma di settori, tra cui ambiente, trasporti, energia, agricoltura, pianificazione del territorio, e altri, promuovendo la condivisione di dati tra diverse discipline.

La Direttiva INSPIRE è stata adottata nel 2007 e impone agli Stati membri dell'UE di sviluppare le proprie infrastrutture di informazioni spaziali per garantire la compatibilità e la cooperazione tra le diverse iniziative nazionali.

INSPIRE include una serie di componenti chiave, come i metadati, i servizi di dati geospaziali, gli standard di dati, e le specifiche di interoperabilità, che sono progettati per garantire la coerenza e l'armonizzazione dei dati.

Ciascun Paese dell'UE è responsabile di implementare la Direttiva INSPIRE a livello nazionale, sviluppando infrastrutture di dati geospaziali e facilitando l'accesso ai dati attraverso servizi online.

INSPIRE prevede un coordinamento a livello europeo per garantire la coesione e la cooperazione tra gli Stati membri, promuovendo uno scambio armonizzato di informazioni geospaziali.

### ***Gli Open Data***

Gli Open Data in geomatica si riferiscono alla pratica di rendere liberamente accessibili e utilizzabili i dati geospaziali, consentendo al pubblico di accedere, riutilizzare e condividere informazioni geografiche. Ecco alcuni aspetti chiave degli Open Data in geomatica:

Gli Open Data geomatica mirano a rendere i dati geospaziali disponibili al pubblico senza restrizioni e spesso in formati aperti e interoperabili.

Possono includere una vasta gamma di dati geografici, come mappe, immagini satellitari, dati di elevazione, dati climatici e altri dati spaziali.

Molte agenzie governative e istituzioni accademiche pubblicano dati geospaziali come parte di iniziative di trasparenza, miglioramento della partecipazione pubblica e promozione dell'innovazione.

Gli Open Data geomatica spesso seguono standard e sono accompagnati da metadati dettagliati per garantire la comprensione e l'interoperabilità.

La disponibilità di Open Data geomatica stimola lo sviluppo di applicazioni e servizi che utilizzano queste informazioni per scopi vari, come mappe interattive, app di navigazione e analisi spaziali.

La comunità di utenti, sviluppatori e ricercatori è incoraggiata a contribuire, migliorare e condividere ulteriormente i dati geospaziali, facilitando un approccio collaborativo alla gestione delle informazioni geografiche.

Gli Open Data in geomatica contribuiscono a generare benefici sociali ed economici, facilitando la ricerca scientifica, la pianificazione territoriale, la gestione delle risorse naturali e molto altro.

Ci sono iniziative a livello internazionale, come il movimento OpenStreetMap e progetti governativi di dati aperti, che promuovono la condivisione globale di informazioni geospaziali.

### ***Rappresentazione della terza dimensione***

La rappresentazione della terza dimensione in cartografia si riferisce all'integrazione delle informazioni altimetriche per creare mappe tridimensionali, consentendo la visualizzazione accurata delle elevazioni del terreno e fornendo una prospettiva realistica del paesaggio.

Questo può essere realizzato attraverso tecniche come le curve di livello, l'ombreggiatura del rilievo, le rappresentazioni tridimensionali digitali o altri metodi che evidenziano la variazione di altitudine sulla mappa.

La rappresentazione tridimensionale arricchisce la comprensione del contesto spaziale e favorisce l'analisi accurata delle caratteristiche geografiche.

### I Piani Quotati

I Piani Quotati in cartografia rappresentano mappe che indicano i livelli altimetrici del terreno attraverso curve di livello o altri mezzi, fornendo informazioni dettagliate sull'andamento del rilievo.

### I piani a Curve di Livello

I piani a curve di livello sono rappresentazioni cartografiche che utilizzano linee curve, chiamate curve di livello, per indicare i diversi livelli altimetrici di un terreno, consentendo una visualizzazione tridimensionale della variazione di elevazione su una mappa bidimensionale.

### Interpolazione altimetrica

L'interpolazione altimetrica è un metodo utilizzato in cartografia e geomatica per stimare i valori altimetrici in posizioni non campionate sulla base dei dati altimetrici disponibili.

Questo processo coinvolge la creazione di una superficie continua e regolare che approssima la distribuzione altimetrica in un'area specifica, permettendo di ottenere valori altimetrici stimati per punti intermedi o non campionati.

L'interpolazione altimetrica è spesso impiegata per creare modelli altimetrici dettagliati e per supportare analisi spaziali in contesti quali la topografia, la geologia o la pianificazione del territorio.

### **DTM-DSM**

DTM (Digital Terrain Model) e DSM (Digital Surface Model) sono due tipi di modelli altimetrici utilizzati in cartografia e geomatica per rappresentare la superficie terrestre in termini di elevazione. Ecco una breve spiegazione di entrambi:

#### DTM (Digital Terrain Model):

Il DTM rappresenta il modello digitale del terreno ed è creato considerando solo le caratteristiche naturali della superficie terrestre, escludendo gli elementi antropici come edifici o vegetazione.

Mostra l'andamento del terreno senza considerare eventuali strutture sulla sua superficie.

#### DSM (Digital Surface Model):

Il DSM, al contrario, rappresenta il modello digitale della superficie, includendo tutte le caratteristiche presenti sulla superficie terrestre, come edifici, alberi e altre strutture.

Pertanto, il DSM riflette non solo la morfologia del terreno, ma anche la presenza di oggetti sulla sua superficie.

### **Dati nei GIS**

La cartografia numerica consiste in un insieme informazioni costituite da dati numerici e alfanumerici organizzati con opportune strutture logiche (detti 'data base' cartografici e abbreviati con la sigla DB), memorizzati su supporti elaborabili dal calcolatore elettronico.

Su tali dati possono essere eseguiti elaborazioni mediante programmi di calcolo e da essi possono essere ottenute visualizzazioni sugli schermi dei computer o su supporti cartacei a mezzo di plotter e stampanti.

La cartografia numerica può essere ottenuta in 3 modi:

- Da digitalizzazione di una carta tradizionale CND (a seguito di georeferenziazione)
- Da tecniche fotogrammetriche analitiche/digitali CFN
- Da strumentazione topografica informatizzata CTN

### La georeferenziazione

La georeferenziazione è il processo di associare dati o immagini a coordinate geografiche, consentendo di posizionarli correttamente sulla superficie terrestre.

Questo è un passo fondamentale per integrare informazioni spaziali e utilizzare mappe o dati geografici in contesti come i Sistemi Informativi Geografici (GIS).

La georeferenziazione coinvolge l'assegnazione di coordinate spaziali, come latitudine e longitudine, a punti specifici di un'immagine o di altri dati, garantendo che possano essere correttamente collocati in un contesto geografico più ampio.

Questo processo è cruciale per la precisione e l'efficacia dell'analisi spaziale e della visualizzazione dei dati.

### ***I geoportali e i geoservizi***

I geoportali e i geoservizi sono componenti chiave nell'ambito della geomatica e dei Sistemi Informativi Geografici (GIS). Ecco una breve spiegazione di entrambi:

#### Geoportali:

Un geoportale è una piattaforma online che fornisce accesso e visualizzazione di dati geografici attraverso il web.

Questi portali offrono strumenti per la consultazione interattiva di mappe, la ricerca di informazioni geografiche e la navigazione attraverso diversi livelli di dati. Possono essere gestiti da agenzie governative, organizzazioni private o entità che desiderano condividere informazioni spaziali con il pubblico o con utenti specifici.

#### Geoservizi:

I geoservizi sono servizi web basati su standard specifici che consentono di accedere, interrogare e utilizzare dati geografici in tempo reale attraverso la rete.

I geoservizi includono spesso funzionalità come la visualizzazione di mappe, la query spaziale, l'analisi geografica e altro ancora.

Comuni tipi di geoservizi includono Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) e Web Coverage Service (WCS).

### ***La topologia***

In geomatica e cartografia, il termine "topologia" si riferisce alla relazione spaziale e alla connettività tra gli elementi geometrici in uno spazio geografico. La topologia descrive come gli oggetti sono collegati e come si influenzano reciprocamente in termini di vicinanza, contiguità o intersezione. Alcuni concetti chiave relativi alla topologia includono:

#### Connettività:

La topologia definisce come le diverse parti di un insieme geografico sono collegate tra loro.

#### Contiguità:

La topologia considera la contiguità spaziale, ossia come gli oggetti sono adiacenti o confinanti tra loro.

#### Intersezione:

La topologia gestisce l'intersezione di elementi geometrici, indicando dove e come si sovrappongono o si intersecano tra loro. Questo è essenziale per evitare errori e ambiguità nella rappresentazione spaziale.

#### Struttura delle Reti:

Nelle reti geografiche, come reti stradali o di trasporto, la topologia include la struttura delle connessioni e dei nodi, permettendo di analizzare percorsi, flussi o connessioni.

#### Analisi di Rete:

La topologia è fondamentale per l'analisi di rete, consentendo la determinazione di percorsi più brevi, la valutazione dell'accessibilità e altre analisi basate sulla connettività spaziale.

## Modelli

### Modello a poligono

Il modello a poligono topologia è una rappresentazione dei dati geografici basata sui concetti topologici dei poligoni, dove la geometria dei poligoni è vincolata da relazioni spaziali definite.

Questo modello include informazioni sulla contiguità, l'adesione e l'intersezione tra i poligoni, consentendo un'analisi accurata delle relazioni spaziali all'interno di un insieme di dati geometrici. In sostanza, la topologia a poligono stabilisce e gestisce le connessioni e le relazioni spaziali tra le entità poligonali in un contesto geografico.

### Modello arco corto

Il modello arco corto topologia è un tipo di rappresentazione topologica utilizzata in geomática e Sistemi Informativi Geografici (GIS).

In questo modello, le relazioni topologiche tra i segmenti di linea (archi) sono definite in modo specifico per gestire in modo efficiente e accurato la connettività spaziale.

L'approccio "arco corto" si riferisce alla rappresentazione delle connessioni tra segmenti di linea contigui senza la necessità di ripetere le coordinate condivise, riducendo così la complessità dei dati e migliorando le prestazioni computazionali nelle operazioni topologiche.

Questo modello è particolarmente utile nelle reti stradali o idriche, dove la connettività è una caratteristica critica per analisi e gestione.

### Modello di Rete Topologica:

Utilizzato per rappresentare reti geografiche, come reti stradali o idriche, attraverso la definizione di nodi e archi con attributi topologici.

## **Tecniche di rappresentazione dei dati**

Le tecniche di rappresentazione dei dati topologia sono fondamentali nei Sistemi Informativi Geografici (GIS) e nella geomática per modellare le relazioni spaziali tra gli elementi geometrici.

L'efficacia di ciascuna tecnica dipende dalle specifiche esigenze dell'applicazione e dalla natura dei dati geospaziali coinvolti. La scelta di una particolare tecnica dipende dal bilanciamento tra la complessità della rappresentazione e l'efficienza delle operazioni topologiche.

## **Geoprocessing**

Il geoprocessing è il processo di manipolazione, analisi e trasformazione di dati geografici per estrarre informazioni significative e supportare decisioni informate basate sulla dimensione spaziale dei dati.