

## GIS

Le attività di pianificazione e gestione presuppongono l'utilizzo di un gran numero di informazioni.

I dati raccolti devono essere analizzati e rappresentati per meglio cogliere le loro specificità. Poiché questi dati si riferiscono a oggetti localizzati sul territorio o ad aree del territorio stesso è in ogni caso opportuno studiare le interrelazioni esistenti anche in termini spaziali.

Un Sistema Informativo Territoriale (**SIT** o **GIS**) riunisce nello stesso strumento informatico sia le operazioni sui dati di tipo quantitativo che non comportano un concetto di spazialità/localizzazione sul territorio, sia le informazioni geometriche e geografiche, in modo da poter effettuare con semplicità le operazioni di tipo spaziale.

## Cosa è

Un GIS (Geographic Information System), o SIT (Sistema Informativo Territoriale) è un sistema informatizzato "per l'acquisizione, la memorizzazione, il controllo, l'integrazione, l'elaborazione, l'analisi e la rappresentazione dei dati che sono spazialmente riferiti alla superficie terrestre [...] possono essere raffigurati attraverso una serie di strati differenti, che contengono ognuno dati con determinate caratteristiche. Questi strati informativi sono organizzati in modo da poter essere studiati e per eseguire analisi statistiche".

Tratto da Association for Geographic Information - GIS Dictionary.

## Perché

- **Gestire** un archivio di **dati** e **immagini** relativo a luoghi o eventi
- **Analizzare** e **visualizzare** i **dati** provenienti da un sistema di monitoraggio
- **Individuare** un **luogo** e il **percorso** per raggiungerlo più veloce, più agevole,...
- **Valutare l'impatto** ambientale di uno specifico uso del suolo, di un intervento in progetto...
- **Valutare i bersagli** di un possibile evento (popolazione residente, vie di comunicazione, strutture,...) e le **risorse** disponibili...
- **Gestire** il **P.R.G.C.** (definizione, presentazione, aggiornamento, rilascio del certificato urbanistico...)...
- **Definire** un **percorso** per collegare diverse aree
- **Trovare** la miglior **localizzazione** per un polo di servizi

## Quando

Il **GIS** può intervenire in tutte le fasi della pianificazione quale **STRUMENTO di SUPPORTO**.

Il GIS è uno strumento:

di aiuto all'analisi, perché consente l'**acquisizione** e la rappresentazione dei dati tramite tabelle, diagrammi e cartogrammi

di aiuto alla **valutazione** e alle decisioni, perché consente simulazioni molteplici in tempi brevi e con numerose variabili contemporaneamente

di aiuto all'**attuazione**, perché permette visualizzazioni a scale diverse e da diversi punti di vista, il rapido passaggio da una scala all'altra, l'interrogazione della cartografia visualizzata

di aiuto al **monitoraggio**, perché i dati possono essere aggiornati in continuo e contemporaneamente viene aggiornata la cartografia tematica.

## Come

Il **GIS** deve essere **alimentato** informatizzando la cartografia, i dati alfanumerici e tutte le altre informazioni aggiuntive.

Quindi i dati possono essere analizzati e utilizzati ottenendo cartografie tecniche e/o tematiche, archivi tematici e/o storici, analisi numeriche e/o spaziali, ecc.

Tali operazioni possono essere riassunte in quattro categorie fondamentali:

**Manipolazione**

**Interrogazione degli archivi**

**Rappresentazione**

**Estrapolazione nuove informazioni**

## Componenti

l'insieme dei **dati** referenziati, in formato numerico o digitale, **organizzati** al fine di estrarre comodamente delle sintesi utili alla decisione **DATABASE e ARCHIVI GEOGRAFICI**

un **sistema** di gestione, memorizzazione, estrazione, interrogazione, analisi e stampa dei dati in formato numerico o digitale **HARDWARE E SOFTWARE**

l'insieme degli **aspetti organizzativi** (enti, normative, ...) e delle **persone** (tecnici, utenti e destinatari dei servizi) **ORGANIZZAZIONE**

## Archivi e banche dati

Nelle Pubbliche Amministrazioni esistono da tempo molte banche dati; a livello comunale ci sono gli archivi operativi degli Uffici Tributi, Anagrafe, Commercio, Trasporti e Viabilità, Pianificazione e Urbanistica aventi il massimo grado di disaggregazione del dato.

A livello provinciale e regionale queste informazioni sono presenti in un formato più aggregato su base comunale e sotto forma di statistiche.

Inoltre esistono gli archivi delle aziende municipalizzate quali l'AEM, l'acquedotto, i trasporti urbani,...

Le **INFORMAZIONI** contenute nei diversi archivi sono molto diverse tra loro:

sono state raccolte con scopi differenti (diversa provenienza: normative, monitoraggio, anagrafe, archivi storici,...);

sono formalmente diverse (diverso tipo: fotografie, cartografie, database, disegni, testi, filmati ...);

Ma tutte sono riferibili ad un punto, una area o una linea sul territorio, sono cioè georiferibili.

## Cartografia

Un documento cartografico è una rappresentazione selettiva, simbolica e in scala di alcuni fenomeni del mondo reale.

Estensione e forma degli oggetti sono strettamente legati al rapporto di scala, che determina il grado di sintesi o dettaglio della carta stessa. Il supporto cartaceo è quindi un contenitore *chiuso* di informazioni geografiche.

Nelle banche dati geografiche informatizzate il contenuto di informazioni non è più limitato in termini di qualità e quantità di dettagli, ma si possono immagazzinare informazioni con la massima accuratezza e selezionarne e/o visualizzarne solo una parte, senza tuttavia perdere traccia di quanto omesso.

## Archivi informatici

Per archivio informatico si intende un insieme di informazioni omogenee, strutturate in modo più o meno complesso.

Tali informazioni possono essere suddivise in due macrocategorie:

### Informazioni geografiche/geometriche Informazioni descrittive

Entrambe le macrocategorie vengono utilizzate per descrivere nel suo complesso la realtà territoriale e ambientale.

## Dati geometrici

All'interno del **GIS** i dati geografici sono organizzati in funzione delle loro caratteristiche dimensionali e topologiche e, non ultima, in funzione del punto di vista proprio della competenza:

punti, linee (o archi), poligoni possono definire, ad esempio, schemi spaziali completamente diversi, in cui si considerano le relazioni topologiche tra i diversi elementi (**Grafo**), in particolare le connessioni, o gli aspetti geometrici (**Spaghetti**), o schemi misti caratterizzati e definiti contemporaneamente da proprietà geometriche e topologiche.

Ciascun oggetto geografico ha poi  $n$  attributi che ne descrivono l'uso, la funzione, o altre caratteristiche alfanumeriche.

Attributo principale di ciascun oggetto geografico è il nome con cui viene individuato: il CODICE di ciascun oggetto è UNICO, ogni oggetto ha un solo codice, ed UNIVOCO, ogni codice individua un solo oggetto.

## Raster

Nella grafica raster i disegni sono realizzati scomponendo l'immagine in piccolissime celle colorate (i pixel).

Ne consegue che l'unica variazione possibile è la modifica dei colori.

Sono tipiche rappresentazioni raster le fotografie, le immagini aeree o satellitari.

## Vector

Nella grafica vettoriale i disegni sono composti da un insieme di oggetti, ad esempio una linea, aventi determinate caratteristiche quali colore e tipo del riempimento, spessore, ecc.

Ciascun disegno può essere modificato secondo necessità sia per quello che riguarda la forma sia per l'aspetto.

È sempre possibile modificare la posizione, l'eventuale sovrapposizione con altri oggetti, l'eliminazione.

A ciascun oggetto è possibile anche attribuire un insieme di caratteristiche descrittive quali ad esempio il nome.

Sono rappresentazioni vettoriali i progetti tecnici o architettonici, realizzati con programmi CAD.

## DTM

Il dato di base relativo all'altimetria di una serie di punti georiferiti può essere elaborato tramite **GIS** in diversi modi:

si può costruire un semplice tematismo di rappresentazione delle quote oppure si possono realizzare elaborazioni più complesse quali ad esempio la realizzazione di un modello tridimensionale del terreno (**DTM**).

Il modello digitale del terreno così generato fornisce la possibilità di un'analisi morfologica di dettaglio, mantenendo tutte le caratteristiche e le potenzialità di analisi proprie del **GIS**. È possibile appoggiare al modello tridimensionale tutte le informazioni, vettoriali e raster, già utilizzate per l'analisi bidimensionale in modo da includere nelle valutazioni anche la variabile quota.

Inoltre su questo modello si possono realizzare ulteriori elaborazioni che consentono, ad esempio, di calcolare i principali parametri morfologici di una porzione di territorio (pendenza del terreno, esposizione dei versanti, deflussi superficiali e loro organizzazione in reticolo idrografico...).

## Telerilevamento

Il **telerilevamento** si articola in diverse fasi sequenziali, partendo dalla scelta e acquisizione delle immagini, passando dal trattamento analogico o digitale delle stesse (correzioni ed elaborazioni geometriche, radiometriche e matematiche), arrivando al processo di interpretazione delle immagini con i relativi rilievi a terra (operazione indispensabile per il riscontro della validità delle "chiavi interpretative" e per un controllo delle ipotesi di lavoro che si stanno utilizzando).

Le **immagini** da satellite utilizzate per la produzione di cartografia della copertura del suolo sono generalmente ottenute misurando la radiazione solare riflessa dalla superficie terrestre in una serie di intervalli di lunghezze d'onda (bande spettrali) situati tra il visibile (0.4  $\mu$ m) e l'infrarosso medio (2.6  $\mu$ m). Ogni immagine è costituita da una serie di bande, a loro volta composte da una griglia di elementi (pixel), per ognuno dei quali è stata effettuata una misura in ogni banda spettrale.

Poiché la **riflettività** delle superfici dipende dalle loro caratteristiche, analizzando i valori dei pixel nelle immagini da satellite è possibile dedurre il tipo ("classe") di copertura delle superfici corrispondenti, e quindi di interpretare/estrarre le informazioni di interesse.

La visualizzazione dell'immagine di una singola banda porta alla definizione di una immagine monocolora (b/n), associando invece le immagini relative a 3 bande ai colori dello schermo (rosso, verde e blu) si ottengono immagini a colori.

Possibili utilizzi delle immagini da satellite:

**Agronomia e foreste:**

- inventario delle colture e stima dei raccolti
- inventario forestale: analisi dello stato di salute della vegetazione
- analisi del cambiamento della copertura dei suoli

**Pedologia ed idrologia:**

- caratterizzazione dei suoli e del loro contenuto d'acqua
- mappatura dei corpi idrici attivi

**Pianificazione urbanistica:**

- inventario delle aree urbanizzate
- analisi della variazione temporale della loro estensione

**Alluvioni e incendi:**

- mappatura di aree alluvionate

## Informatizzare i dati per un GIS / SIT

L'informatizzazione di un dato è un'attività complessa che comprende quattro specifiche fasi:

l'**Analisi** ovvero la necessità di definire un insieme omogeneo di informazioni e le caratteristiche che lo definiscono

**Acquisizione dei dati** vera e propria del dato geometrico e descrittivo

**Battesimo** delle unità precedentemente definite cioè la codifica

**Verifica o collaudo** di quanto fatto nelle tre fasi precedenti

## Acquisizione dei dati

Per acquisizione dei dati si intende la memorizzazione di un qualunque dato su supporto digitale informatico.

Per acquisire un dato geometrico utile al **GIS** è necessario avere una **cartografica di base digitale**.

La cartografia di base viene acquisita in formato raster mediante uno scanner, l'immagine raster viene quindi georiferita.

La georeferenziazione consiste nell'attribuire ad alcuni punti noti individuati sulla carta le reali coordinate geografiche, in modo che l'immagine raster sia al meglio posizionata nel GIS.

Quindi si procede all'acquisizione dei dati geometrici tramite la digitalizzazione manuale ovvero il ridisegno a video di elementi presenti sulle immagini raster o in riferimento ad esse.

## Rappresentazione

Per molti tipi di operazioni geografiche il risultato finale è rappresentato nel modo ottimale tramite una mappa.

Ciascuna mappa viene allestita definendo:

la **scala di rappresentazione** e accuratezza

la **legenda**, ovvero la simbologia da utilizzare per ciascun oggetto geografico

Infine per la produzione su supporto cartaceo è opportuno integrare la cartografia allestita con tutte quelle informazioni che completano e aiutano la corretta lettura della carta, quali ad esempio il titolo della carta, la validità dei dati, l'ente proprietario, viste tridimensionali, immagini fotografiche, tabelle di sintesi dei dati, ecc.

## Interrogazione degli archivi

**Il GIS consente sia semplici ricerche point-and-click sia sofisticate analisi alfanumeriche e/o spaziali.**

Si possono costruire *query* complesse che ricercano determinati valori nelle variabili dei database relazionati:

*Tutti i comuni della provincia di XX con più di 10.000 e meno di 100.000 abitanti, (selezione dei comuni in funzione degli attributi Provincia e residenti);*

*Tutti i ponti sulle strade provinciali (selezione dei tratti di strada in funzione della patrimonialità e del tipo di manufatto).*

**Si possono costruire ricerche in funzione delle relazioni topologiche:**

*Tutte le strade di una provincia selezionata;*

*Tutti i comuni attraversati dal fiume YY ;*

*Tutte le aree residenziali che distano dal fiume meno di 100 metri.*

Se il dato geografico esiste, il risultato è una selezione contemporanea delle geometrie e dei dati correlati che soddisfano le condizioni imposte dalla *query* stessa, sia essa di tipo geografico o alfanumerica.

## Manipolazione

E' possibile che i dati richiesti da uno specifico progetto **GIS** necessitino di essere trasformati o manipolati per renderli compatibili con gli altri dati utilizzati.

Per esempio, l'informazione geografica può essere disponibile a una scala differente (limiti amministrativi o censuari con un livello superiore o inferiore di dettaglio) rispetto ai dati alfanumerici.

Prima che tali informazioni possano essere integrate, devono essere ricondotte a una medesima scala (livello di dettaglio o accuratezza).

Il **GIS** permette di effettuare tali trasformazioni in modo agevole, inoltre le trasformazioni possono essere solo temporanee per scopi di visualizzazione o permanenti per eseguire ulteriori analisi.

## Estrapolazione nuove informazioni

La necessità di **rappresentare contemporaneamente diversi livelli di informazioni** richiede un processo denominato overlay.

Nel caso più semplice, ci si può limitare a un'operazione visiva, ma analisi complesse richiedono che due o più livelli siano sovrapposti fisicamente al fine di definire nuovi insiemi di dati geografici.

Ad esempio si possono sovrapporre i dati relativi all'uso del suolo rilevato a distanza di alcuni anni per verificare in quali porzioni di territorio l'uso del suolo si sia consolidato, in quali vi sia stata una trasformazione e, in questo caso, quale sia l'uso attuale.

## Peculiarità e differenze

Il **GIS** riunisce al suo interno sia le peculiarità dei **database** sia quelle di un **CAD**, sia quelle di un **processore di immagine** o di un **foglio elettronico**.

Il GIS permette di gestire gli archivi alfanumerici e relazionarli, di disegnare il territorio e allestire una cartografia in funzione delle variabili prescelte.

Peculiarità del GIS è quella di gestire le caratteristiche geografiche di un oggetto sia in termini assoluti sia in relazione con gli altri oggetti nello spazio, vengono cioè gestite anche le **relazioni topologiche** esistenti tra gli oggetti.

## Relazioni topologiche

Le proprietà topologiche sono proprietà che non cambiano in seguito alle trasformazioni geometriche più generali e riguardano gli aspetti più profondi dello spazio e delle figure.

**Linea chiusa**

**Linea aperta**

**Nodi**

**Punto interno a una figura**

**Punto esterno a una figura**

**Punto di frontiera di una figura**

**Superficie orientabile**

Derivano da queste proprietà le relazioni topologiche seguenti:

**Direzione o verso di una linea**

**Intersezione tra una linea e un area**

**Incidenza tra due o più linee**

**Adiacenza tra due superfici, tra una linea e una superficie**

**Inclusione di una linea o un area in un area più grande**

## Dati alfanumerici

Le caratteristiche (attributi) degli oggetti geografici vengono memorizzate nel **GIS** in tabelle, in cui ad ogni riga corrisponde un oggetto e a ogni colonna un attributo. Per fare questo è opportuno strutturare i dati, individuando per ciascun insieme di oggetti gli attributi comuni e quelli specifici.

La strutturazione dei dati è necessaria al fine di compiere quelle operazioni tipiche del GIS quali la selezione degli oggetti geografici in funzione delle caratteristiche alfanumeriche, la manipolazione (aggregazione, calcolo di indici, ...)

In ciascuna tabella quindi sarà memorizzato in ogni record il codice univoco dell'oggetto cui si riferiscono: in tal modo viene garantita la possibilità di "agganciare" i dati alfanumerici alle geometrie.

## Repertorio cartografico

Il **repertorio cartografico** è una porta di accesso a tutta l'informazione geografica costruita dalla Regione Piemonte.

È possibile accedere ai dati selezionando un tema di interesse da due indici diversi: indice dei dati geografici o indici delle carte prodotte.

Inoltre è possibile limitare l'ambito della porzione di dati territoriali di interesse tramite una definizione dell'ambito in modo alfanumerico o geografico.

Il risultato della ricerca è costituito dai metadati dei dati geografici e dalle carte prodotte.

## Metadata

Il successo del reperimento e della distribuzione delle informazioni da parte di tutti i soggetti coinvolti è garantito solo attraverso la creazione di un **catalogo dati** integrato e condiviso.

Vista la **complessità** del dato e in particolare del dato geografico (caratteristiche geometriche, topologiche, tematiche, descrittive, ecc.), il catalogo dati diventa lo strumento di **conoscenza** e **integrazione** delle basi di dati.

Tale strumento è certamente necessario per capire a quale scopo è stata raccolta, trattata, manipolata ciascuna informazione e, quindi, è necessario per darle il giusto valore e permettere il suo corretto utilizzo.

Il catalogo dati non è altro che un insieme di schede contenenti i dati sui dati, detti **METADATI**.

## Scheda Metadati della Regione Piemonte

### Catalogo dati della Regione Piemonte

Scheda **METADATI** - Strutturazione generale

Sez. 1: Identificazione del dataset (nome, codice dataset)

Sez. 2: Descrizione generale (scopo, Ente, data, formato ...)

Sez. 3: Elementi di qualità (metodi produzione, accuratezza temporale, geometrica, logica, tematica)

Sez. 4: Riferimento spaziale (sistema di proiezione, ellissoide ecc.)

Sez. 5: Estensione (completezza, estensione planare, verticale, temporale...)

Sez. 6: Definizione dati (classi, descrizioni, primitive geom., attributi, domini, data type, tabella di decodifica,...)

Sez. 7: Aspetti amministrativi (Ente referente, ruolo, reperibilità, copyright, restrizioni uso, accesso, formato, prezzi...)

Sez. 8: Descrizione metadati (data compilazione, aggiornamento, revisioni previste...)