

CARTOGRAFIA NUMERICA

- ▶ **Caratteristiche di una cartografia tradizionale**
- ▶ **Caratteristiche della CN**
- ▶ **Il fattore di scala**
- ▶ **La CTRN della Regione Veneto**

CdL Riassetto del Territorio e Tutela del Paesaggio

Università degli Studi di Padova

Caratteristiche di una cartografia - 1

Una cartografia può essere considerata come un **disegno** del territorio che si vuole rappresentare, corredato dalle seguenti informazioni:

- **parametratura, cornice e legenda;**
- **coordinate cartesiane piane** di un insieme di punti in corrispondenza biunivoca, attraverso precise relazioni di tipo geometrico e/o matematico, con quelli della superficie fisica del territorio rappresentato;
- **contenuto planimetrico**, proiezione nel piano del disegno dei particolari naturali e artificiali del terreno;
- **contenuto altimetrico**, distanza dei punti da una superficie di riferimento di quota “zero”, rappresentata mediante punti quotati e curve di livello.

Caratteristiche di una cartografia - 2

Altri elementi caratteristici che fanno del disegno una cartografia sono:

- la **precisione**, che deve essere **uniforme e inferiore ad una tolleranza predefinita** (massimo scostamento tra distanze e dislivelli ricavabili dalla carta e le corrispondenti quantità sulla superficie fisica);
- il **rapporto di scala 1:n**, dove n è il numero di volte per cui risulta ridotta sulla carta la distanza topografica tra due punti.

Il rapporto di scala determina:

- il grado di dettaglio della carta,
- la sua precisione,
- l'equidistanza delle curve di livello,
- la tipologia dei segni convenzionali adottati.

Caratteristiche di una cartografia - 3

Una cartografia deve assolvere ad una serie di **funzioni di base** che rappresentano gli scopi principali per cui essa viene realizzata e impiegata:

- fornire una **conoscenza del territorio** basata sia sull'osservazione puntuale di ogni singolo oggetto sia come visione generale di insieme paragonabile a quella che si avrebbe osservando il territorio in direzione **nadirale** da conveniente altezza;
- consentire la **lettura dei contenuti** metrici (distanze, aree, angoli, quote, coordinate), e qualitativi (tipologia strade, edificato, copertura naturale) su di essa disegnati;
- consentire di **sviluppare processi logici** di tipo deduttivo e induttivo in funzione di relazioni di concomitanza, di vicinanza, di frequenza, ecc.;
- costituire il **supporto di base** per operazioni di classificazione, di pianificazione, di progettazione e di gestione del territorio.

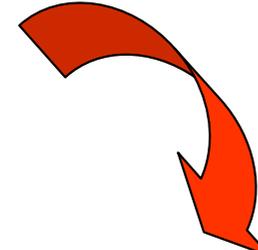
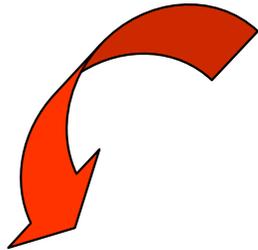
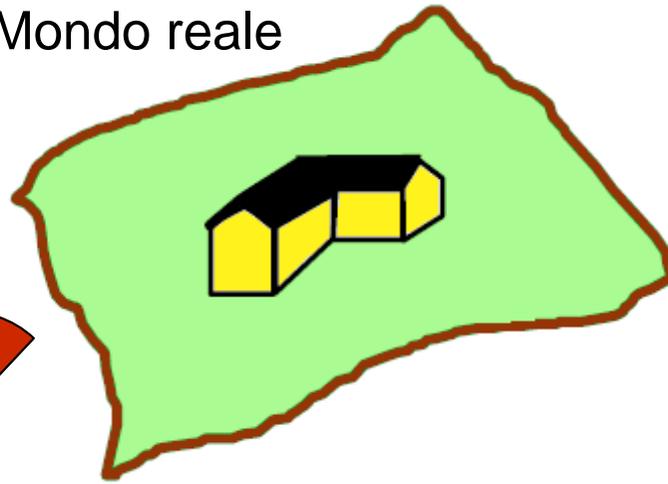
La Cartografia numerica

La cartografia numerica fornisce le **stesse** informazioni **qualitative** e **metriche** proprie di una cartografia tradizionale sotto due aspetti:

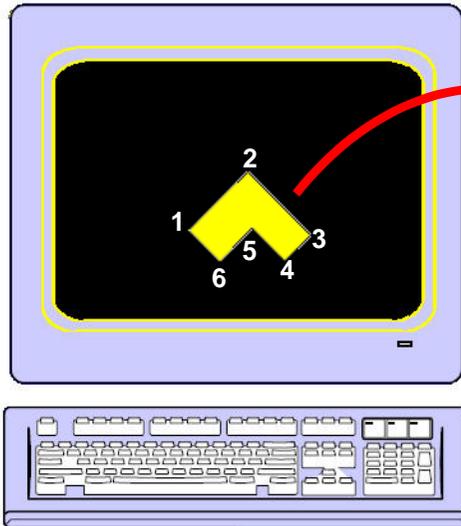
- in forma di dati numerici, distinti a loro volta in
 - **coordinate** che descrivono la **geometria** degli oggetti cartografati,
 - **codifiche** che ne indicano la **tipologia**,memorizzati in files elaborabili da calcolatore elettronico;
- in forma di visualizzazioni su monitor o su supporto cartaceo mediante plotter, simili nell'aspetto alla cartografia tradizionale.

La cartografia numerica ha quindi tutti i contenuti ed almeno tutte le stesse funzioni di base della cartografia tradizionale.

Mondo reale



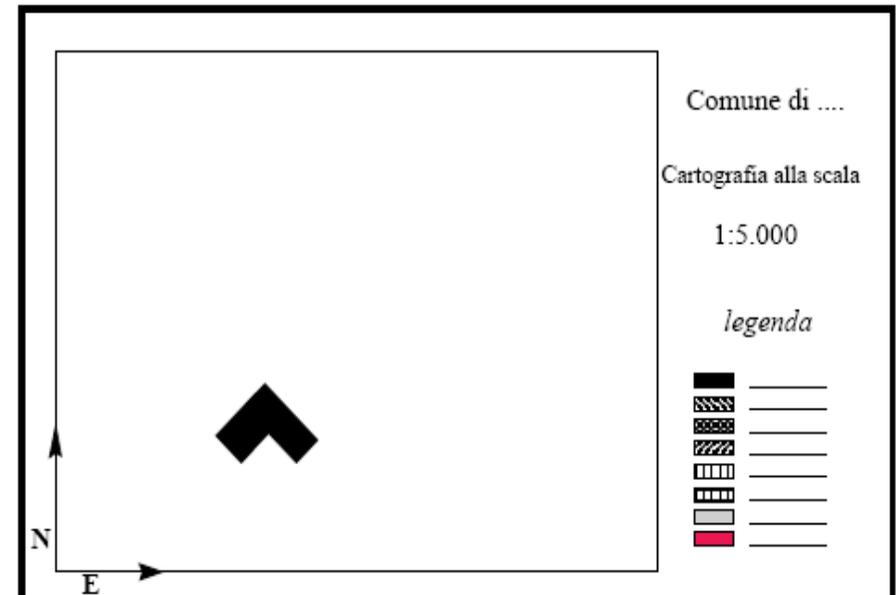
Cartografia numerica



ENTITA'

CODICE
E1, N1, Q1
E2, N2, Q2
.....
E6, N6, Q6

Cartografia tradizionale



Cartografia tradizionale e numerica - 1

- Nella cartografia **tradizionale** il contenuto planimetrico e altimetrico sono dissociati:
 - la planimetria si ricava sfruttando la parametratura della carta,
 - l'altimetria si ottiene per interpolazione (curve di livello e piani quotati).
- Nella cartografia **numerica** invece è possibile associare la quota anche a tutti i particolari cartografati (\Rightarrow E1, N1, **Q1**,....)

Nella cartografia tradizionale questa operazione non è realizzabile: la carta sarebbe illeggibile !

Cartografia tradizionale e numerica - 2

La Cartografia Numerica può essere considerata come un'**immagine speculare** della cartografia tradizionale.

- Nella cartografia tradizionale l'elemento base è **il disegno** che contiene in forma implicita (cioè indirettamente) le coordinate dei punti (reticolato geografico o chilometrico);
- Viceversa, nella cartografia numerica l'elemento base è **l'insieme delle coordinate** che contiene in forma implicita la sua visualizzazione sottoforma di disegno.

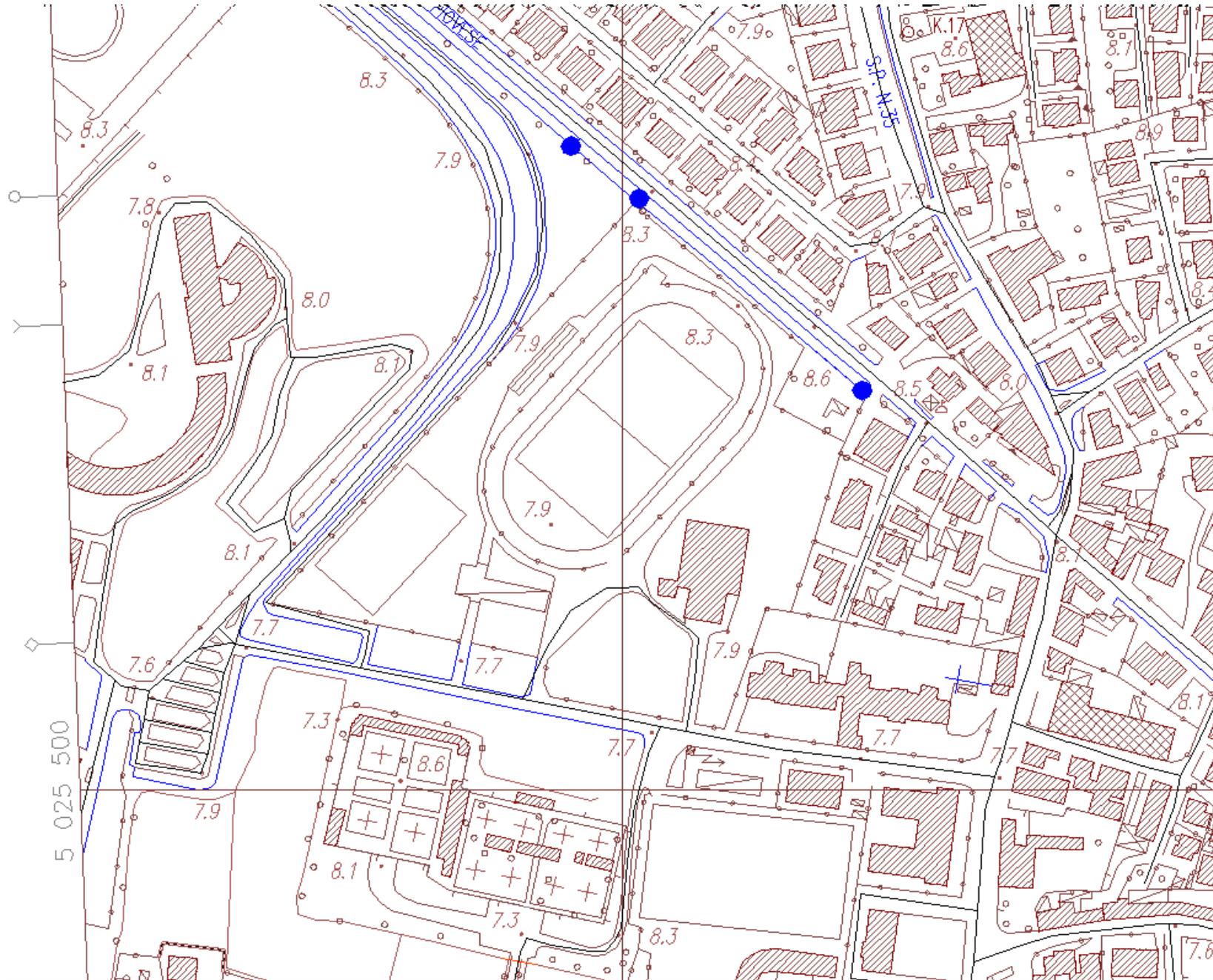
Interrogazione delle coordinate

The image shows the Properties palette for a 3D Polyline in AutoCAD. The palette is titled "Properties - 82133.dwg" and shows the object type as "3D Polyline". It has two tabs: "Alphabetic" and "Categorized", with "Categorized" selected. The "General" section includes properties for Color (ByLayer), Layer (1E5), Linetype (ByLayer), Linetype scale (1.0000), Plot style (ByColor), Lineweight (ByLayer), and Hyperlink. The "Geometry" section is expanded to show the current vertex information:

Property	Value
Vertex	1
Vertex X	1682619.7200
Vertex Y	5074809.9500
Vertex Z	363.1600

Below the table, a text box states: "Specifies the current vertex of the 3D Polyline". The background shows a 3D wireframe model of a building with various colored lines and vertices. A yellow square marker is visible on one of the vertices of the model.

Confronto tra CTR tradizionale e numerica



Vantaggi della Cartografia Numerica

1. Univocità del contenuto metrico

Sono eliminati i problemi connessi

- alla soggettività della misura delle coordinate dei punti,
- alla deformazione nel tempo del supporto cartaceo.

Non esiste più l'errore di graficismo, poiché la cartografia viene costruita e memorizzata in forma numerica, cioè vengono memorizzate le coordinate e non viene tracciato un disegno.

2. Possibilità di interfacciamento con altri archivi

Attraverso i codici è possibile “collegare” ciascuna entità presente sulla C.N. con dati di vario genere contenuti in database esterni (es. anagrafe) per **produrre carte tematiche**.

3. Univocità del contenuto qualitativo

La **codifica** sostituisce la lettura soggettiva della carta.

Poiché ad ogni entità è associata una codifica che ne identifica la tipologia non vi è possibilità di fare errori di interpretazione sulla natura degli oggetti rappresentati nella cartografia.

Nella cartografia tradizionale la grafica non permette di distinguere con altrettanto dettaglio le diverse tipologie di entità.

Esempio: le varie tipologie di edificato possono essere distinte usando solo un numero molto limitato di forme di tratteggio, al massimo una decina. Con i codici invece si può differenziare quanto si vuole.

4. Sicurezza di conservazione dei dati nel tempo

In quanto memorizzata su supporto digitale, una CN può essere riprodotta su un numero illimitato di copie senza perdita di qualità.

5. Facilità di gestione e aggiornamento dei dati tramite elaboratore.

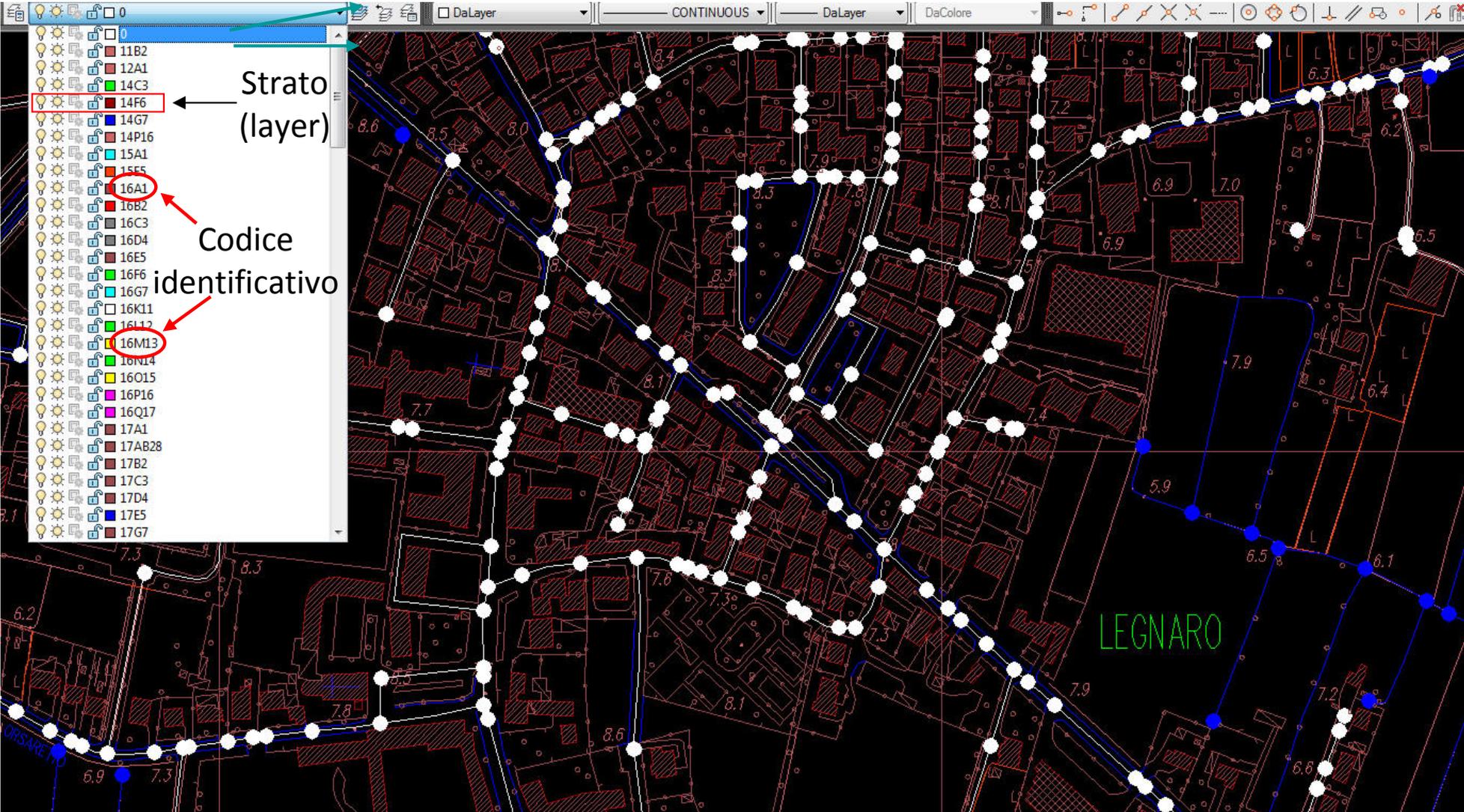
6. Elaborazione e visualizzazione separata dei contenuti della carta

Planimetria, altimetria, idrografia, edificato, ecc, possono essere elaborati e visualizzati a video separatamente l'uno dall'altro mediante codici e layer (**strati**).

Sfruttando la geometria e la posizione topografica degli oggetti cartografati e la codifica ad essi associata come attributi è possibile eseguire il calcolo delle superfici, delle volumetrie, effettuare operazioni di classificazione, selezione, calcoli statistici, ecc.

Queste elaborazioni sarebbero molto più complesse e laboriose da eseguire su una carta disegnata !

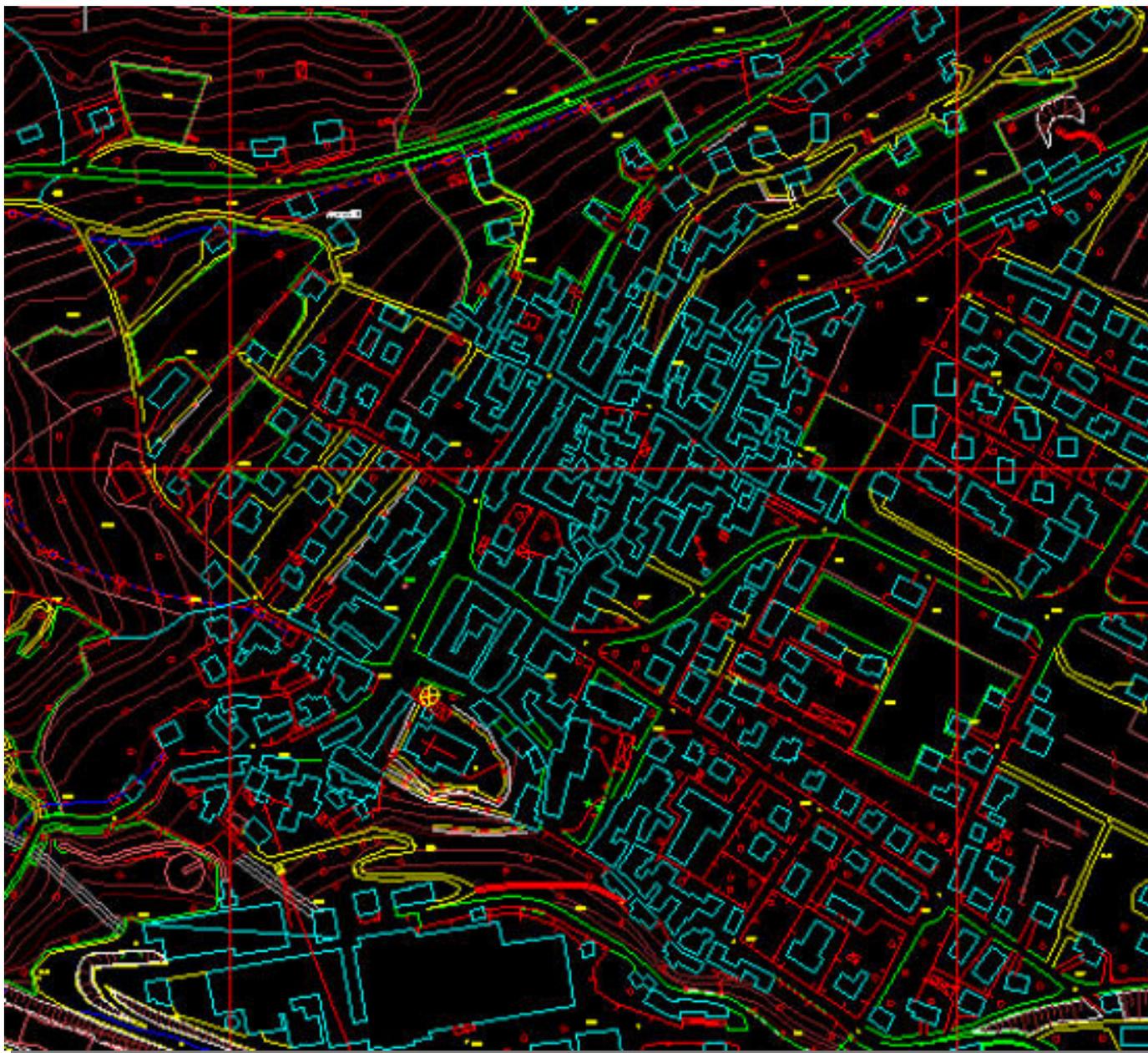
Esempio di suddivisione in layers



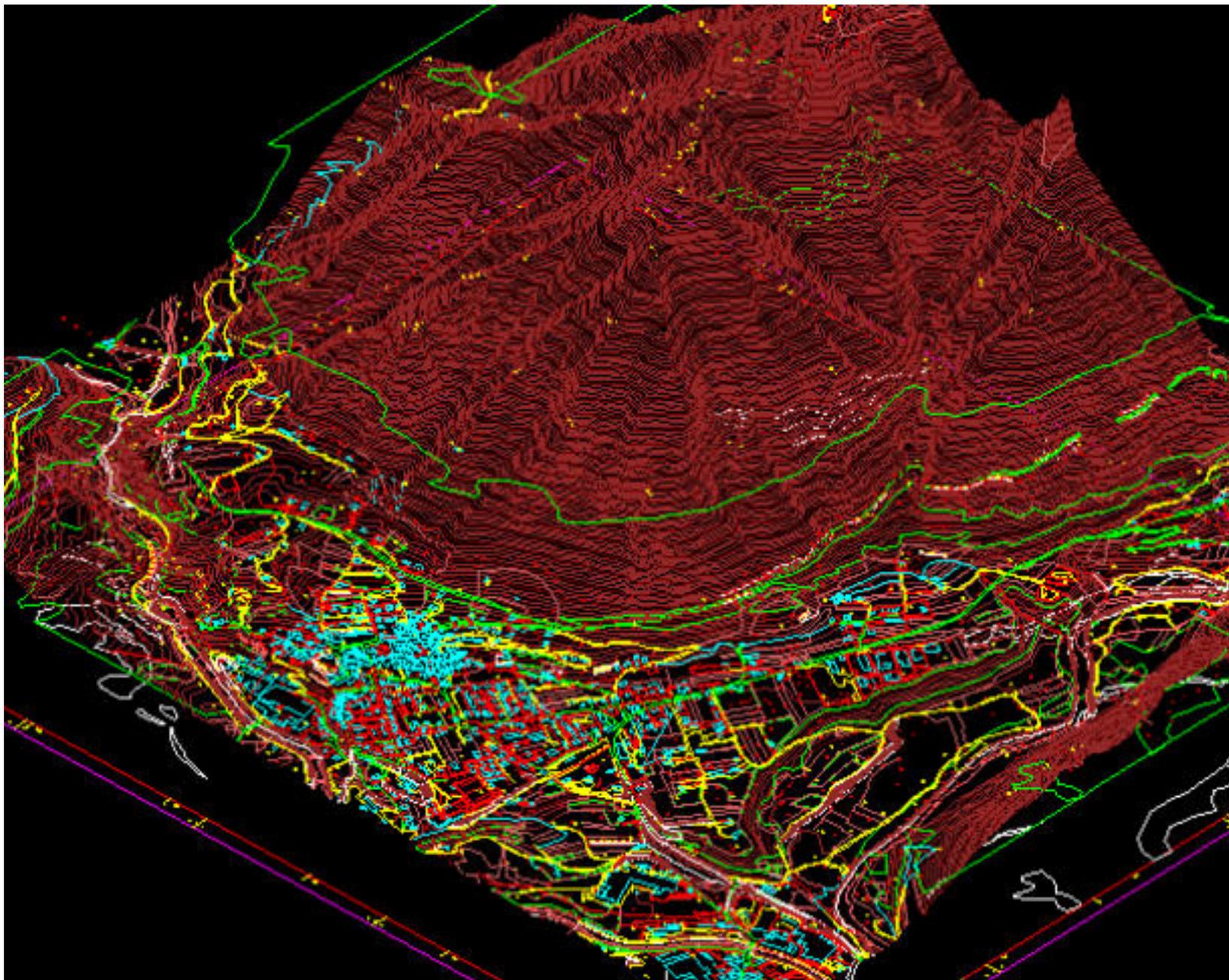
Tipologie di Cartografia Numerica

- **Planimetrica** (2D): esistono solo gli elementi caratteristici del contenuto planimetrico di una carta, (solo coord. N, E)
- **Planimetrica e altimetrica** (2,5D): planimetria, descritta mediante coordinate soltanto planimetriche, e altimetria consistente in punti quotati e curve di livello, descritta mediante le coordinate planimetriche e la quota.
- **Plano-altimetrica** (3D): alle coordinate planimetriche di ogni punto che descrive particolari planimetrici viene associata anche la quota. Continua ad esistere anche l'altimetria tradizionale data mediante curve di livello e punti quotati. Ai punti che descrivono particolari artificiali deve essere attribuita la quota al piede, cioè al livello del suolo, del particolare cui appartengono.

Visualizzazione 2D



Visualizzazione 3D



Tecniche di produzione delle carte numeriche

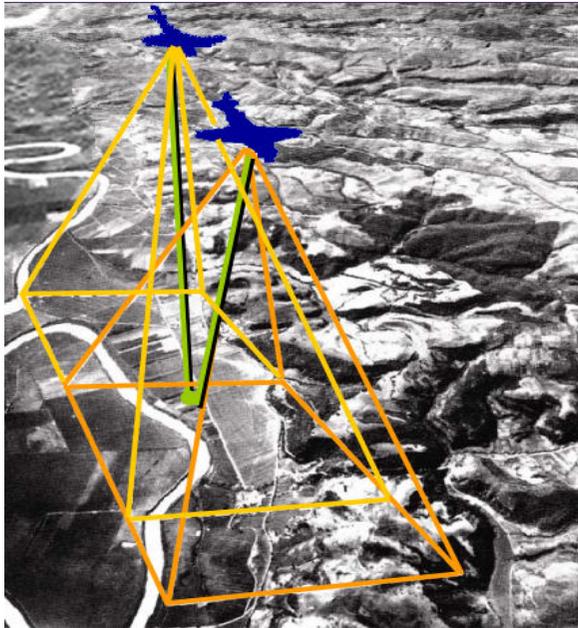
- **DIRETTA:** nuovo rilevamento del territorio mediante strumentazione topografica, fotogrammetria aerea o telerilevamento da satellite.

Le riprese aeree o satellitari vengono elaborate tramite sistemi di restituzione hardware-software digitali che producono come output la carta numerica visualizzabile e modificabile direttamente al monitor del computer.

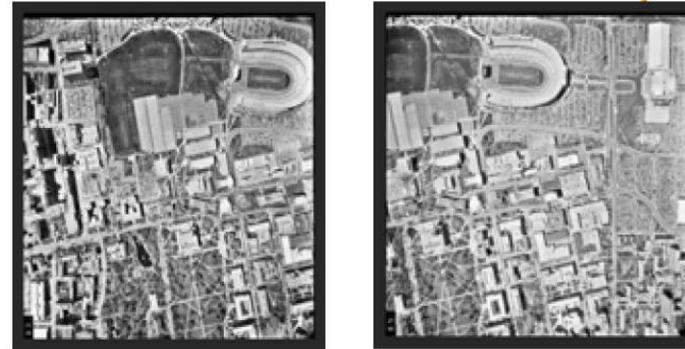
Le carte attuali (dal 1980 circa) nascono come carte numeriche.

- **INDIRETTA:** reimpiego di materiale cartografico esistente attraverso la **digitalizzazione delle carte tradizionali** su supporto cartaceo effettuata mediante scanner e digitimetri (digitizer), ottenendo files vettoriali.

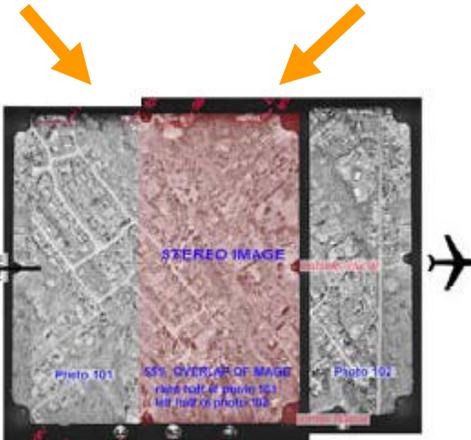
Volo aerofotogrammetrico



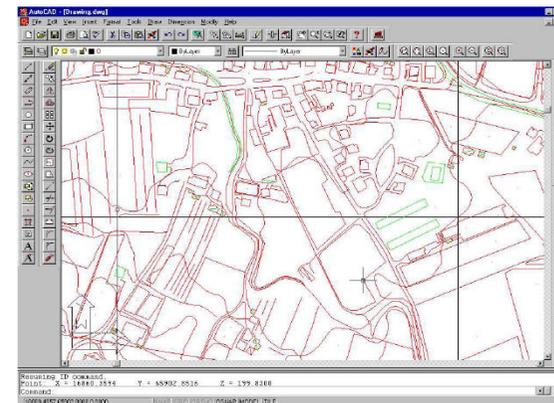
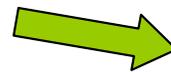
Rilievo aerofotogrammetrico



Elaborazione di
coppie di
fotogrammi



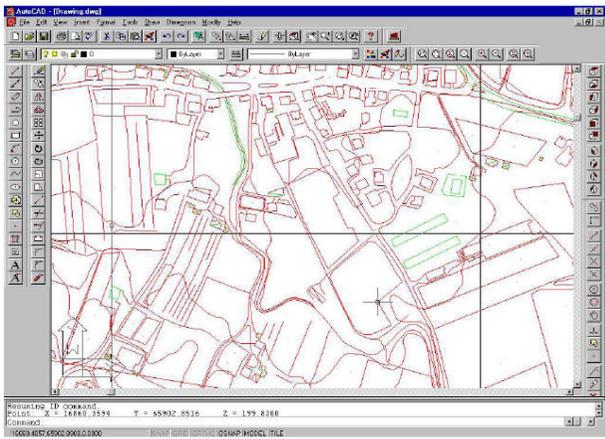
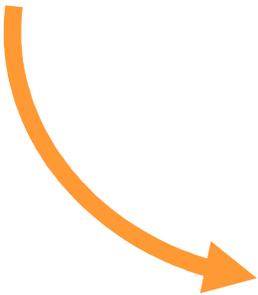
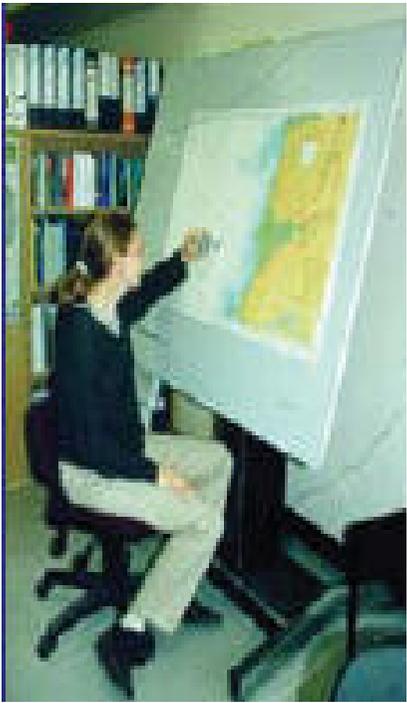
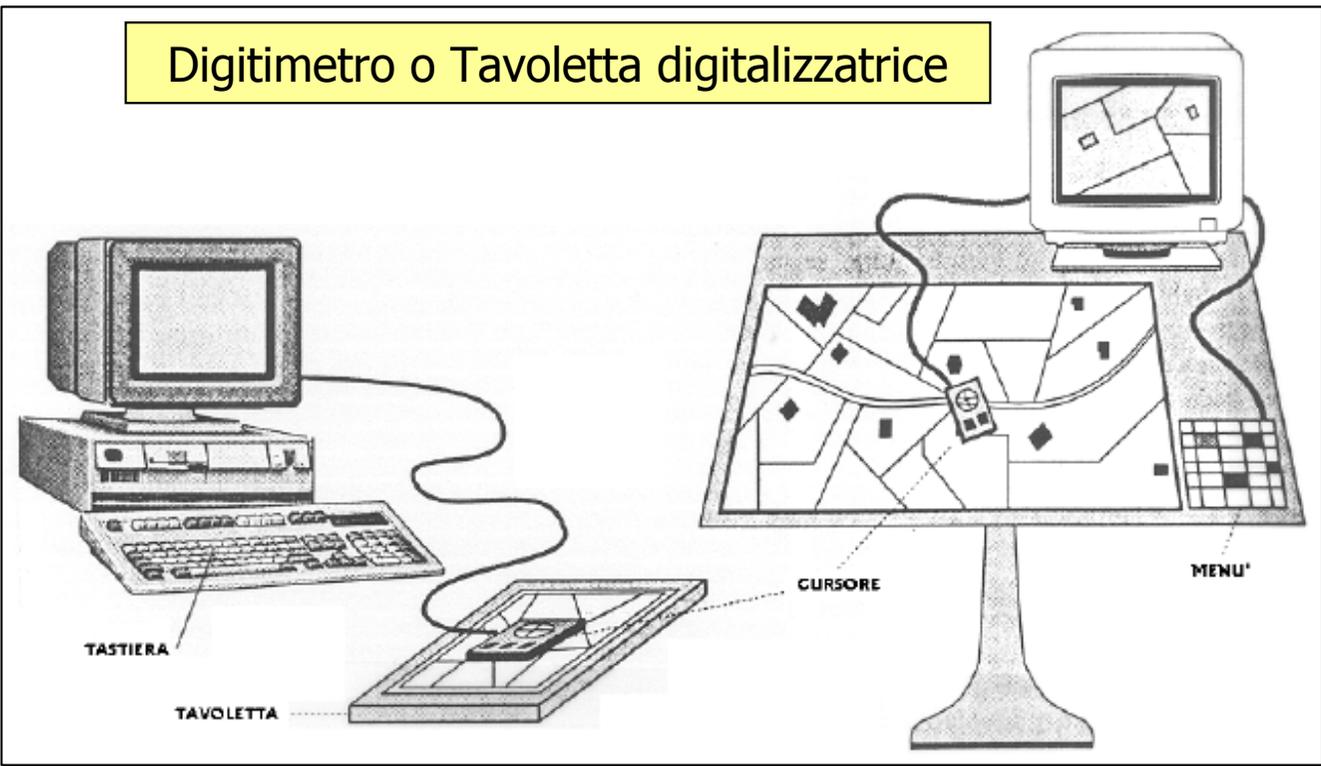
Stereorestitutore digitale



Carta
numerica

Digitalizzazione da cartografia già esistente

Digitmetro o Tavoleta digitalizzatrice



Carta numerica

Il rapporto di scala

Nella cartografia tradizionale la scala stabilisce il grado di **precisione** ed il livello di **dettaglio** dell'informazione acquisibile dalla carta.

Nella C.N. i punti sono archiviati con le loro coordinate **assolute**, quindi sempre in **scala 1:1**.

Poiché i dati possono essere visualizzati, mediante un plotter o un monitor, con rimpicciolimenti e ingrandimenti esasperati (variazioni di zoom), una C.N. considerata “analogica” ad una carta tradizionale alla scala 1:2000, potrebbe essere facilmente visualizzata a scale maggiori, ad esempio 1:1000 o 1:500.



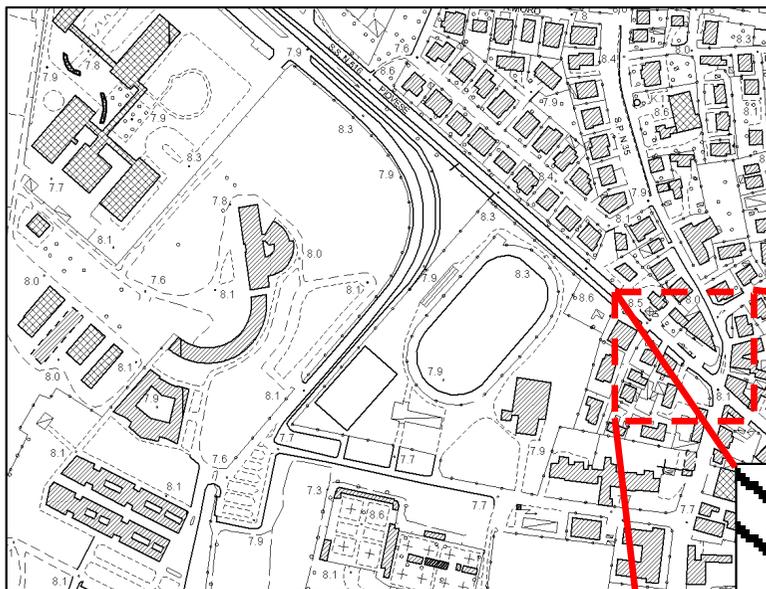
- Qual è allora la scala effettiva della carta numerica ?
- Se aumento il fattore di zoom (scala), aumento anche la precisione ed il livello di dettaglio ?

Il concetto di scala viene mantenuto anche nella C. N. introducendo il termine di **scala nominale**, ovvero:

“massimo rapporto di scala a cui si possa riprodurre una carta mediante plotter in modo tale che essa abbia gli stessi requisiti qualitativi e metrici di una carta tradizionale avente la stessa scala.”



- Cartografia tradizionale: l'operazione di ingrandimento della carta (es. per via fotografica) costituisce un **grave errore** perché non porta ad un aumento del contenuto informativo (livello di dettaglio).
- Cartografia numerica: la visualizzazione a scala superiore a quella nominale non fornisce maggiori informazioni sull'oggetto cartografato, ma permette però di **leggerne meglio i dettagli**.



Caso A:

Ingrandimento fotografico (zoom)
di una **carta tradizionale**.

- il livello di dettaglio non aumenta.
- migliora la leggibilità della carta.
- l'accuratezza di misura peggiora.



Caso B:

Aumento della scala di visualizzazione di una **carta numerica**.



- il livello di dettaglio non aumenta.
- migliora la leggibilità della carta.
- l'accuratezza di misura resta invariata.



Principali entità geometriche

Gli oggetti vengono rappresentati mediante uno dei seguenti elementi:

- punti → es.: punto trigonometrico, punto quotato, quota al piede di edifici;
- linee → es.: limiti di coltura, curve di livello, asse stradale, dividente di edificio;
- poligoni → es.: edifici, aree verdi, colture, tronchi e nodi stradali, specchi d'acqua;
- testo → es: toponomastica quando non è un attributo di un'altra entità

Tutte le entità devono essere contenute in queste 4 primitive: è importante che le entità areali coprano la totalità di superficie della carta (controllo di qualità).

Contenuti planimetrici

Nella Cartografia Numerica non esiste il concetto di deduzione: tutti gli elementi devono essere tradotti in forma numerica e identificati con un codice opportuno.

Esempio:

Particolare cartografico: **EDIFICIO CIVILE**

Classe: EDIFICIO, COSTRUZIONI E ATTREZZATURE

Codice di classe: 4

Sottoclasse: EDIFICIO CIVILE

Codice di sottoclasse: 4101

Tipo: AREA

Codice di campitura : 3

(linee continue)

Spessore linea per campitura 0.13

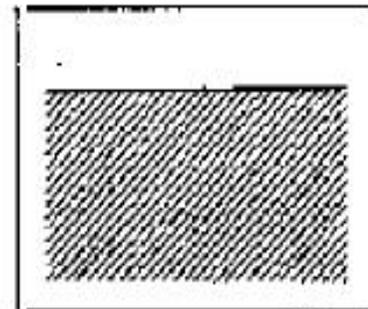
Inclinazione linee rispetto al lato maggiore 50 c

Distanza tra le linee 0.50

Codice di linea di bordo :1

(linea continua)

Rappresentazione grafica



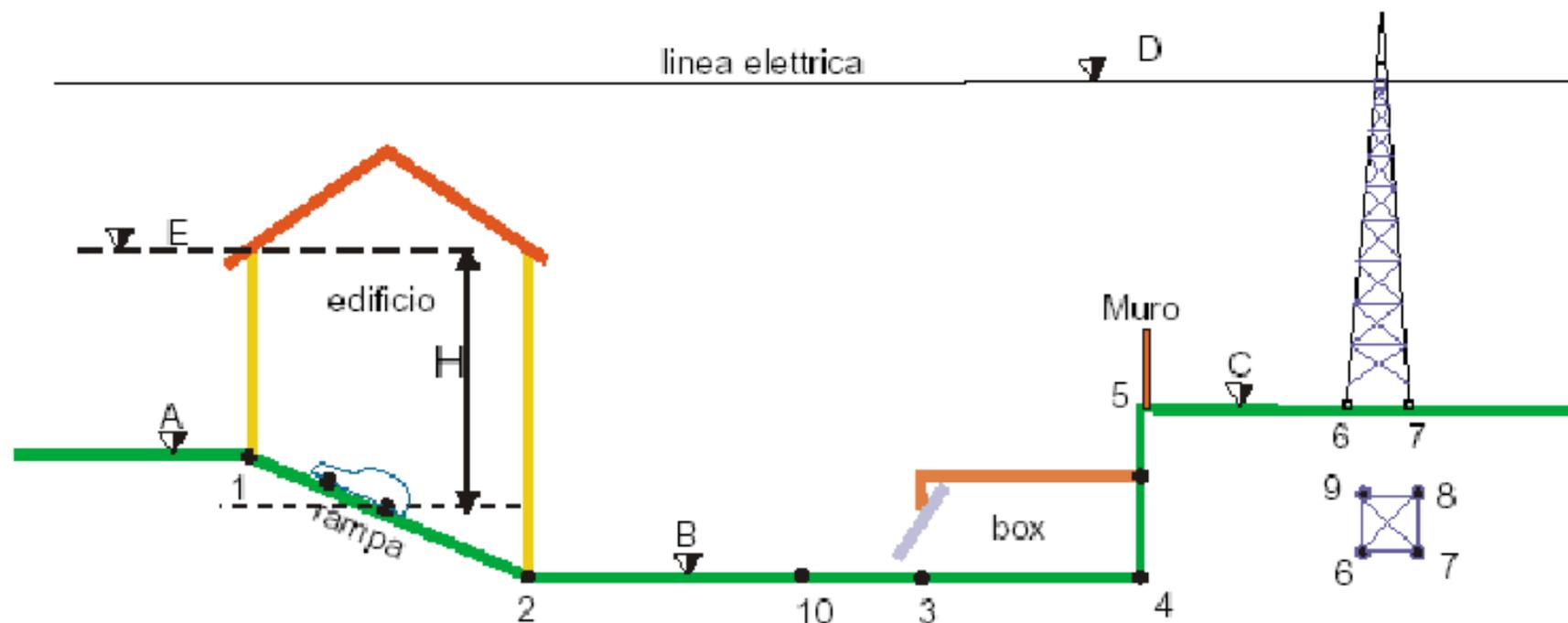
Contenuti Altimetrici

La carta è una rappresentazione bidimensionale del territorio; l'altimetria è un attributo grafico della cartografia tradizionale, un elemento delle entità, di tipo metrico ed indistinguibile in quella numerica.

Elementi dell'altimetria (nella cartografia numerica).

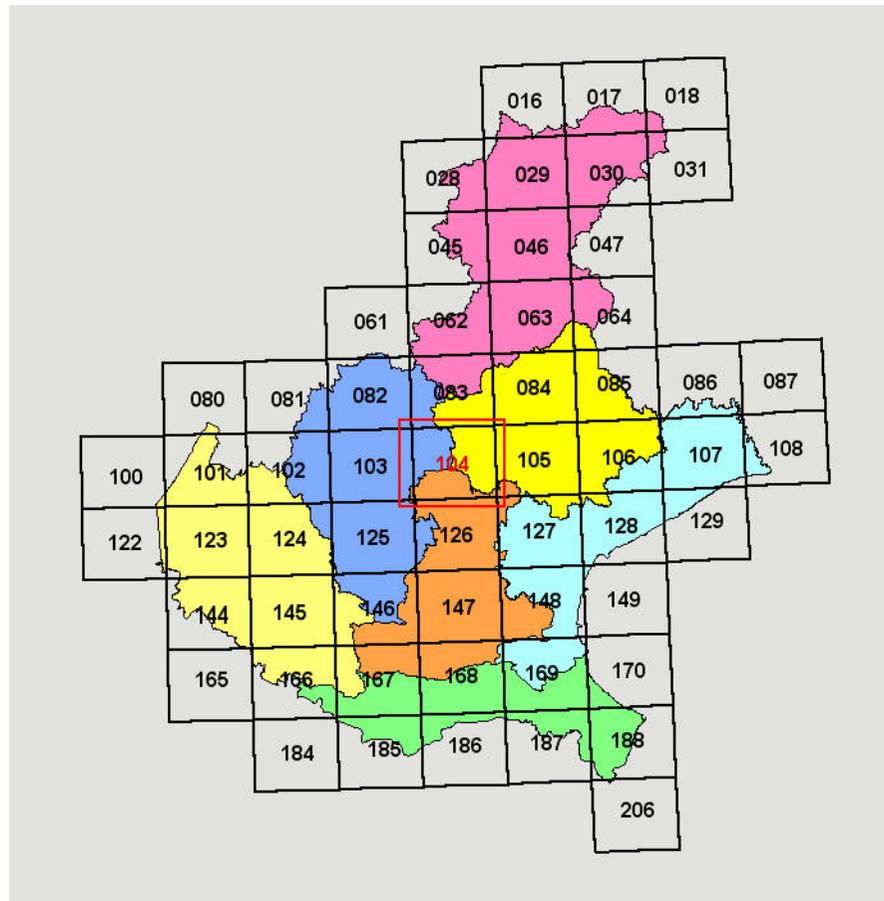
Il contenuto altimetrico della cartografia numerica è costituito dalle seguenti categorie di entità:

- punti quotati;
- curve di livello;
- quota di ogni punto di descrizione di particolari planimetrici naturali o artificiali;
- quota delle unità volumetriche *alla linea di gronda (per le grandi scale)*.
- quota media a terra di ciascuna unità volumetrica (in alternativa, a scelta del committente, altezza media dell'unità volumetrica) *(per le grandi scale)*.

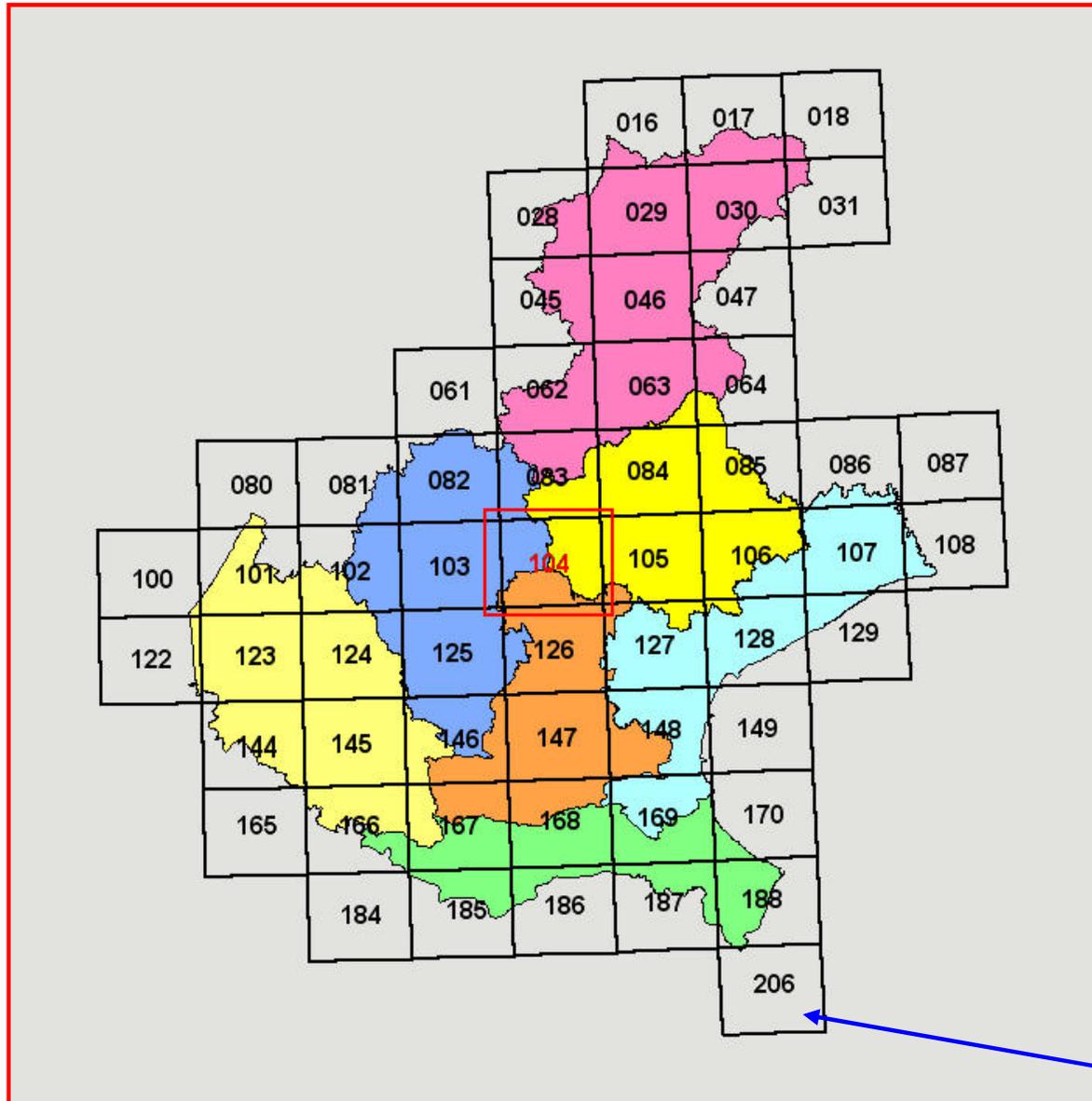


La quota del punto 1 sarà la quota del suolo al livello A; la quota del punto 2 sarà la quota del punto B. Ugualmente i punti 3 e 4 avranno come quota la quota del punto B. Dovrà anche essere dato il punto 10 con quota uguale a B, in quanto *“ingresso di box o autorimesse con accesso più basso del piano stradale”*. Il punto 5, base del muro, i punti 6,7, 8 e 9 (base del traliccio) avranno la quota C. La linea elettrica avrà la quota D. All'interno del perimetro dell'edificio sarà data un'entità puntuale che sarà in alternativa o la quota di gronda E, o l'altezza media dell'edificio H. Il box non avrà quota né quota in gronda, né altezza.

La CTR della Regione Veneto



Introduzione

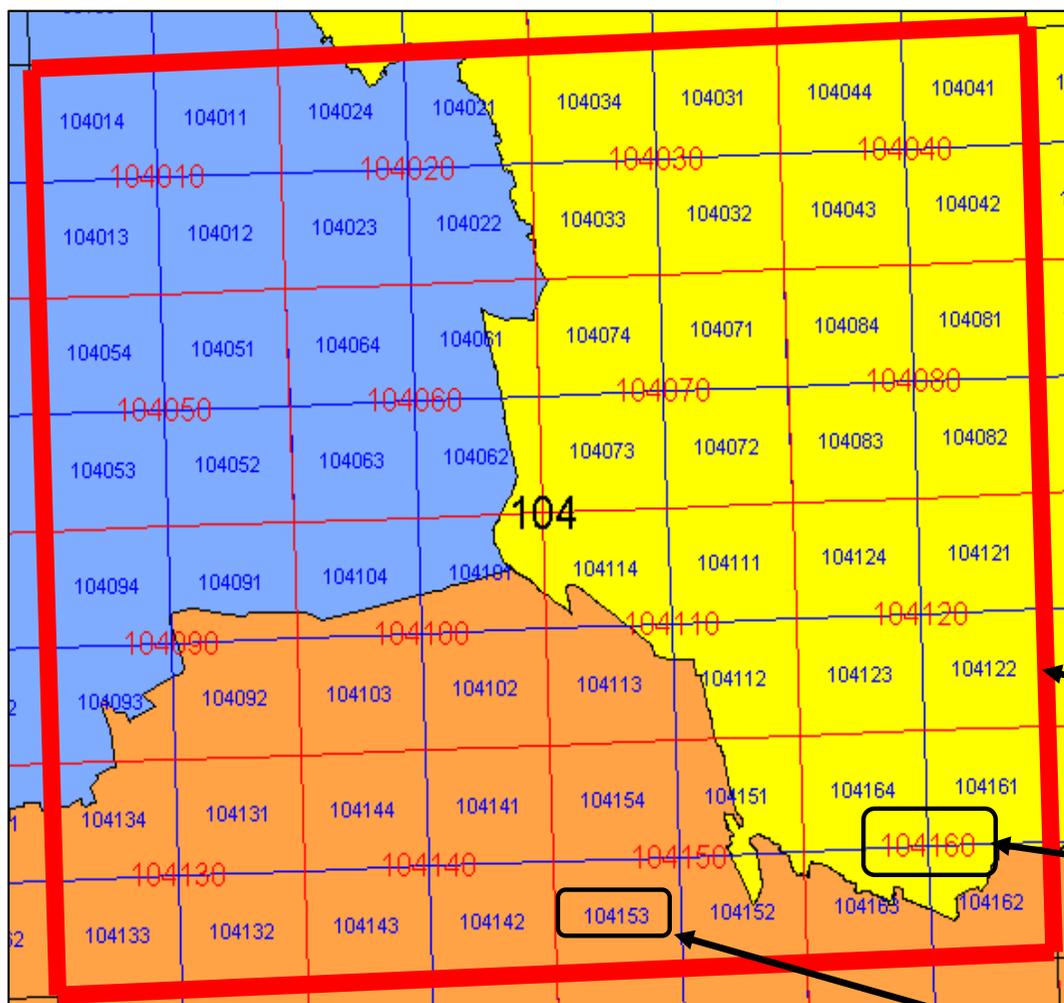


La **Carta Tecnica Regionale (CTR)** è una cartografia generale.

il territorio della Regione del Veneto è coperto da 55 **fogli** in scala 1:50.000 della Carta d'Italia redatta a cura dall'Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI).

Foglio

Numerazione della CTR - 1



Il foglio I.G.M. (es. 104) in scala 1:50.000 è suddiviso in:

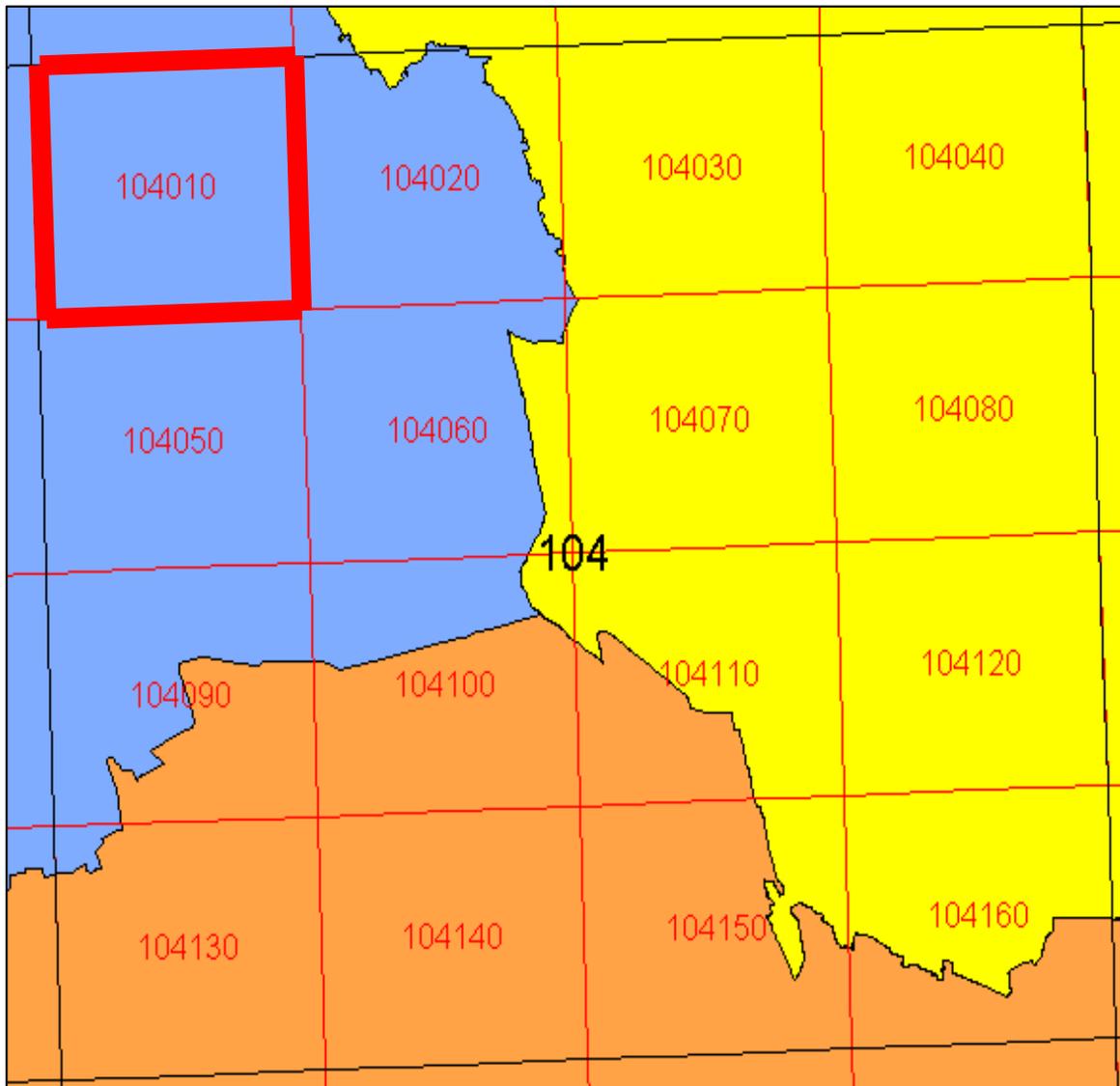
- 16 **SEZIONI** (scala 1:10000)
- 64 **ELEMENTI** (scala 1:5000)

Foglio

Sezione

Elemento

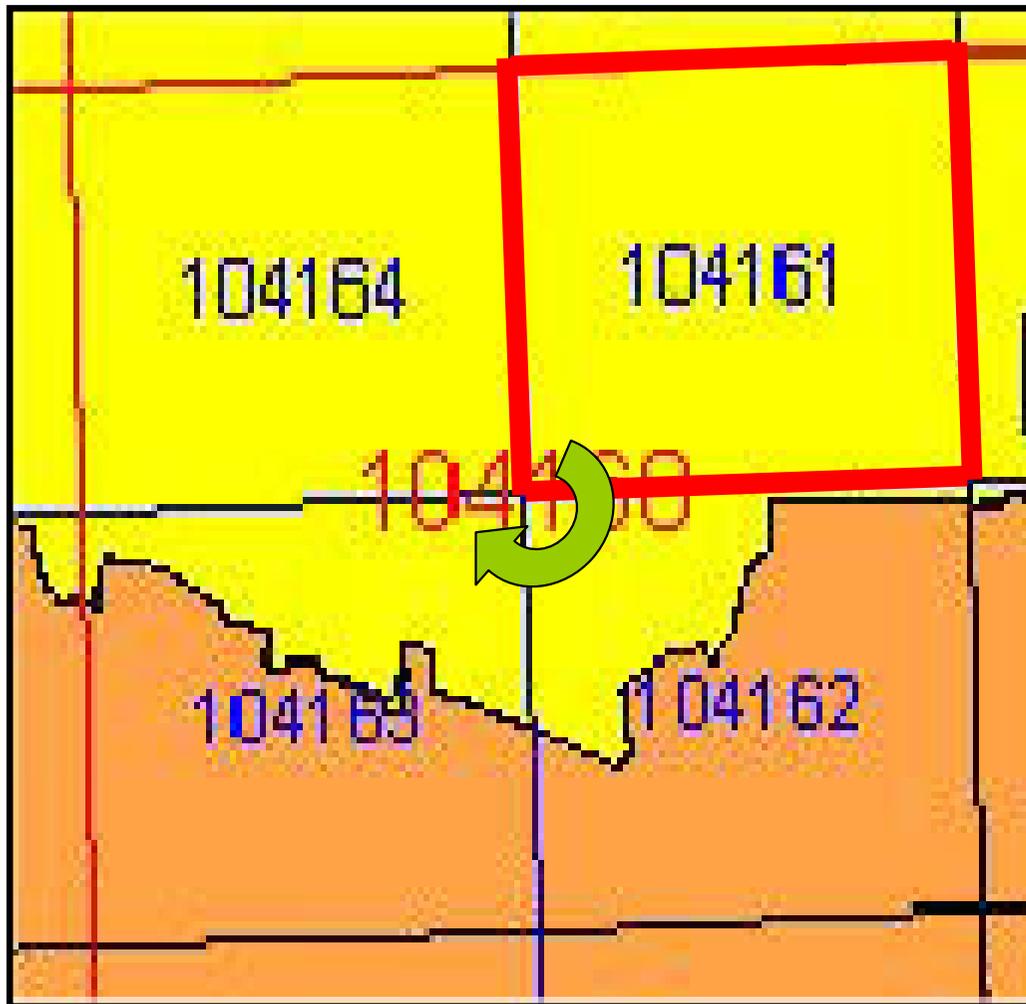
Numerazione della CTR - 2



Ogni **SEZIONE**, che racchiude un'area di circa 3600 ha, è designata da un nome di località e da un numero di **sei** cifre (es. *104010*).

- Le prime tre cifre indicano il n° del foglio al 50.000
- Le due successive (da 01 a 16) la posizione della sezione nel foglio.
- La sesta cifra è sempre 0.

Numerazione della CTR - 3



Ogni **ELEMENTO** è designato da un nome di località e da numero di **sei** cifre (es. *104161*) e racchiude un'area di circa 900 ha.

La sesta cifra varia da **1** a **4** ed individua in senso orario l'elemento all'interno della sezione.



Regione del Veneto

Giunta Regionale

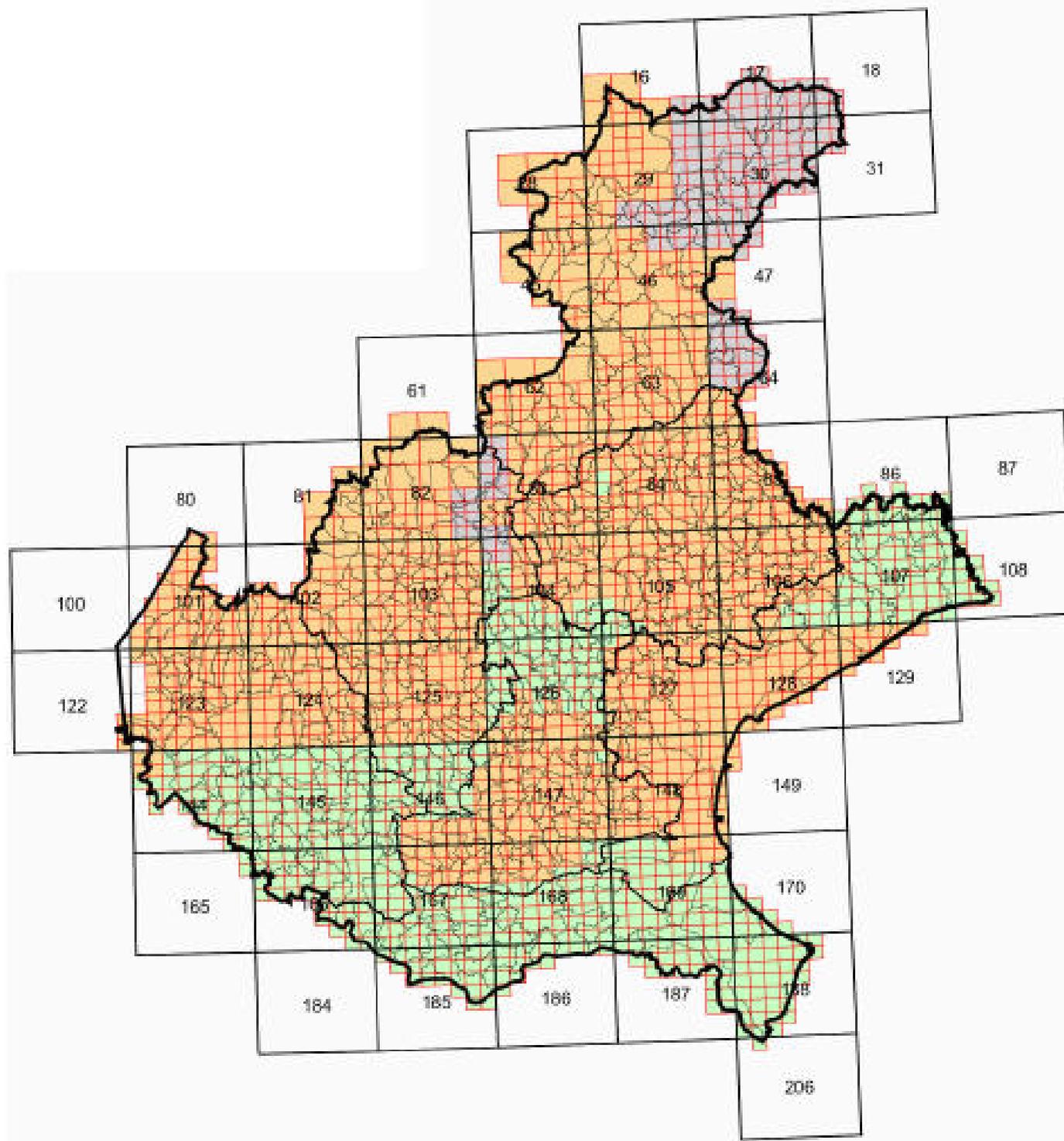
Segreteria Regionale al Territorio

Servizio Cartografico

Disponibilità della cartografia vettoriale

scala 1:1.250.000

- n Foglio IGM 1:50.000
- Confine regionale
- Confine provinciale
- Confine comunale
- Cartografia vettoriale
- Digitalizzata
- Numerica
- In esecuzione

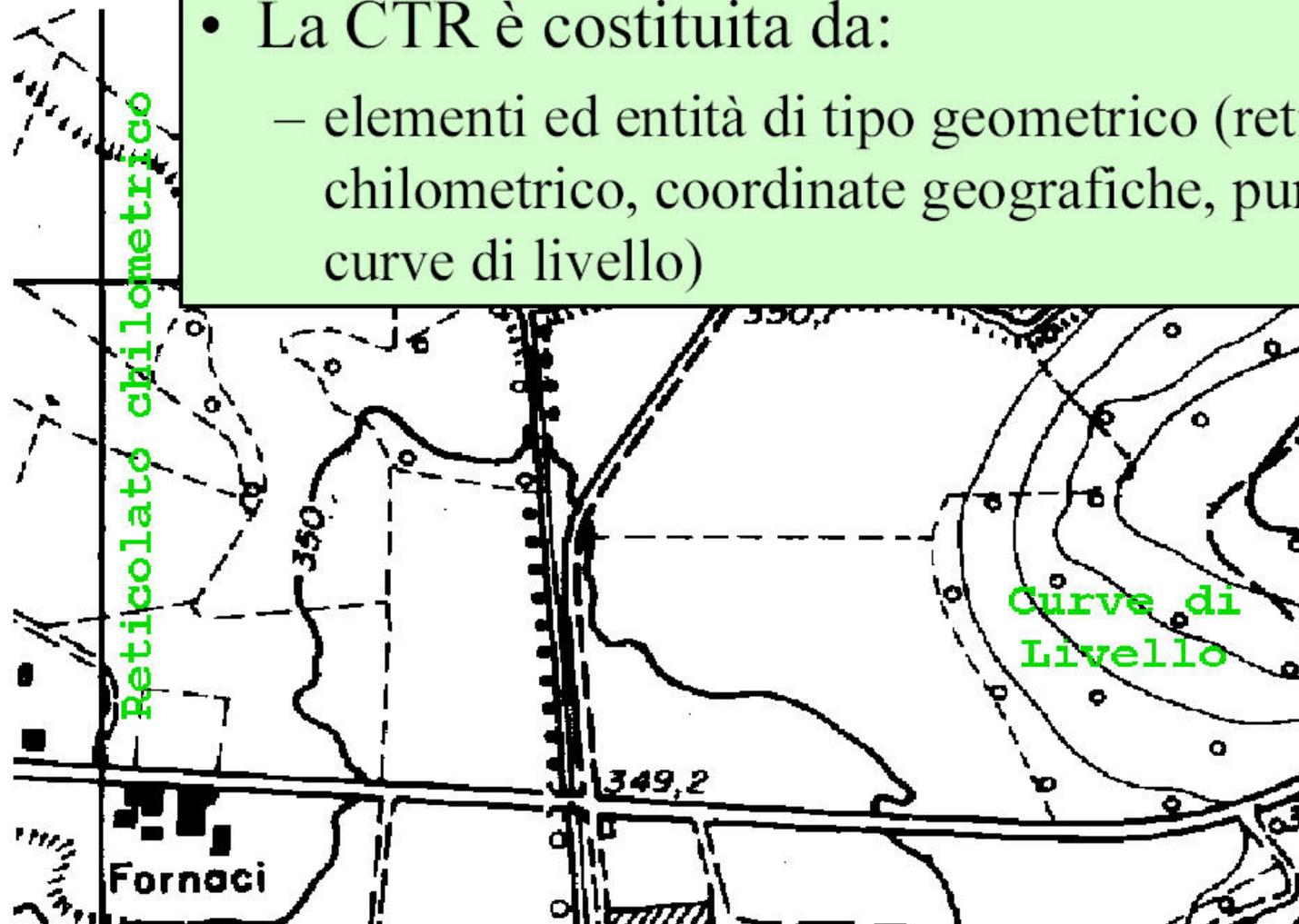


Caratteristiche della CTR

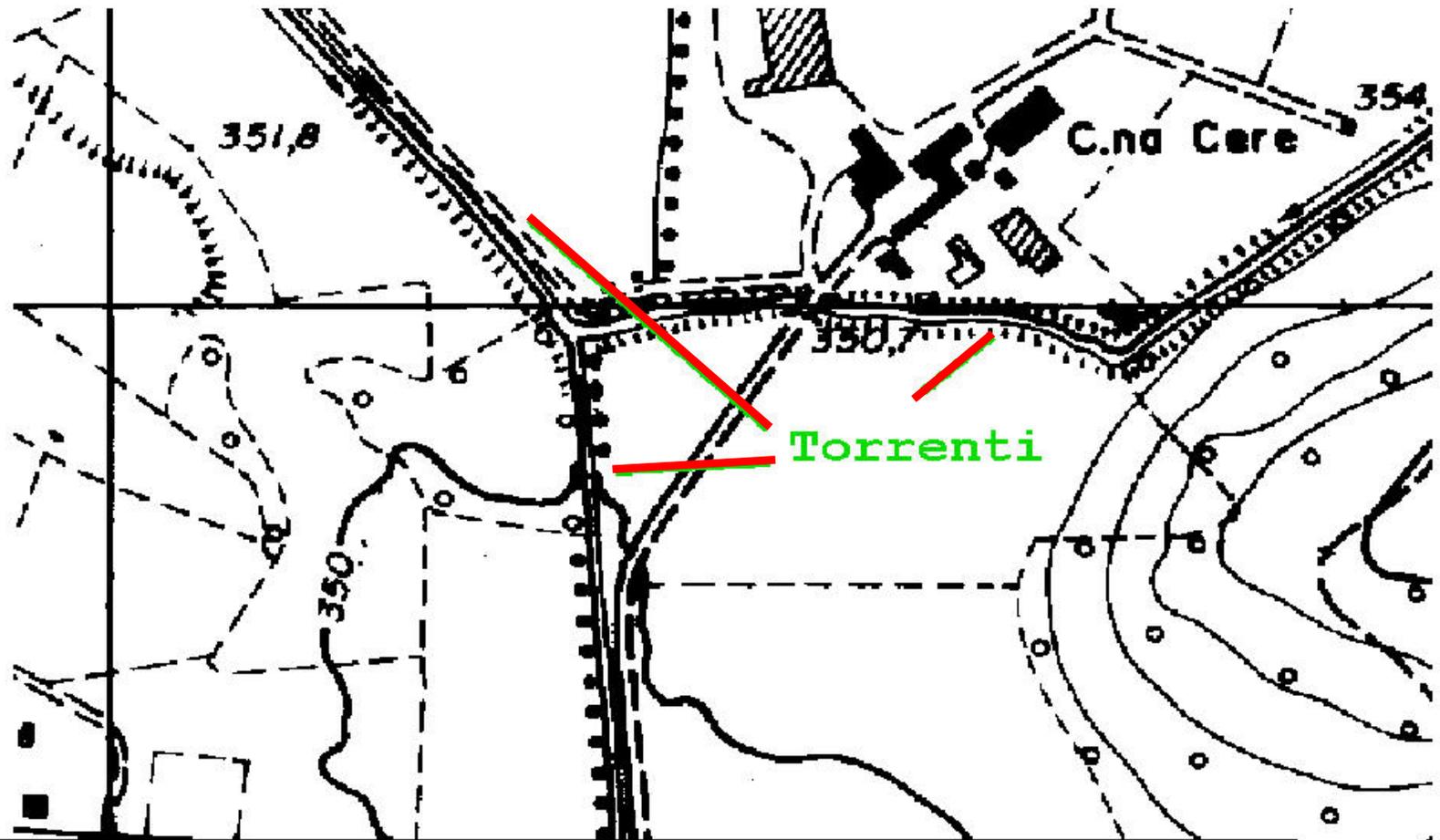
- Sistema cartografico di riferimento:
Gauss-Boaga (fuso Ovest) - Proiezione cilindrica trasversa conforme di Gauss
- Elissoide di riferimento: elissoide internazionale di Hayford - Roma '40.
- Basata su riprese aeree fotografiche da cui è stata ricavata la carta aerofotogrammetrica (rappresentazione su superficie piana).
- Ricognizione sul terreno per identificare e classificare in modo corretto i particolari non chiaramente distinguibili.
- Inserimento dei toponimi utili per la consultazione della carta

Elementi costitutivi - 1

- La CTR è costituita da:
 - elementi ed entità di tipo geometrico (reticolato chilometrico, coordinate geografiche, punti quotati, curve di livello)



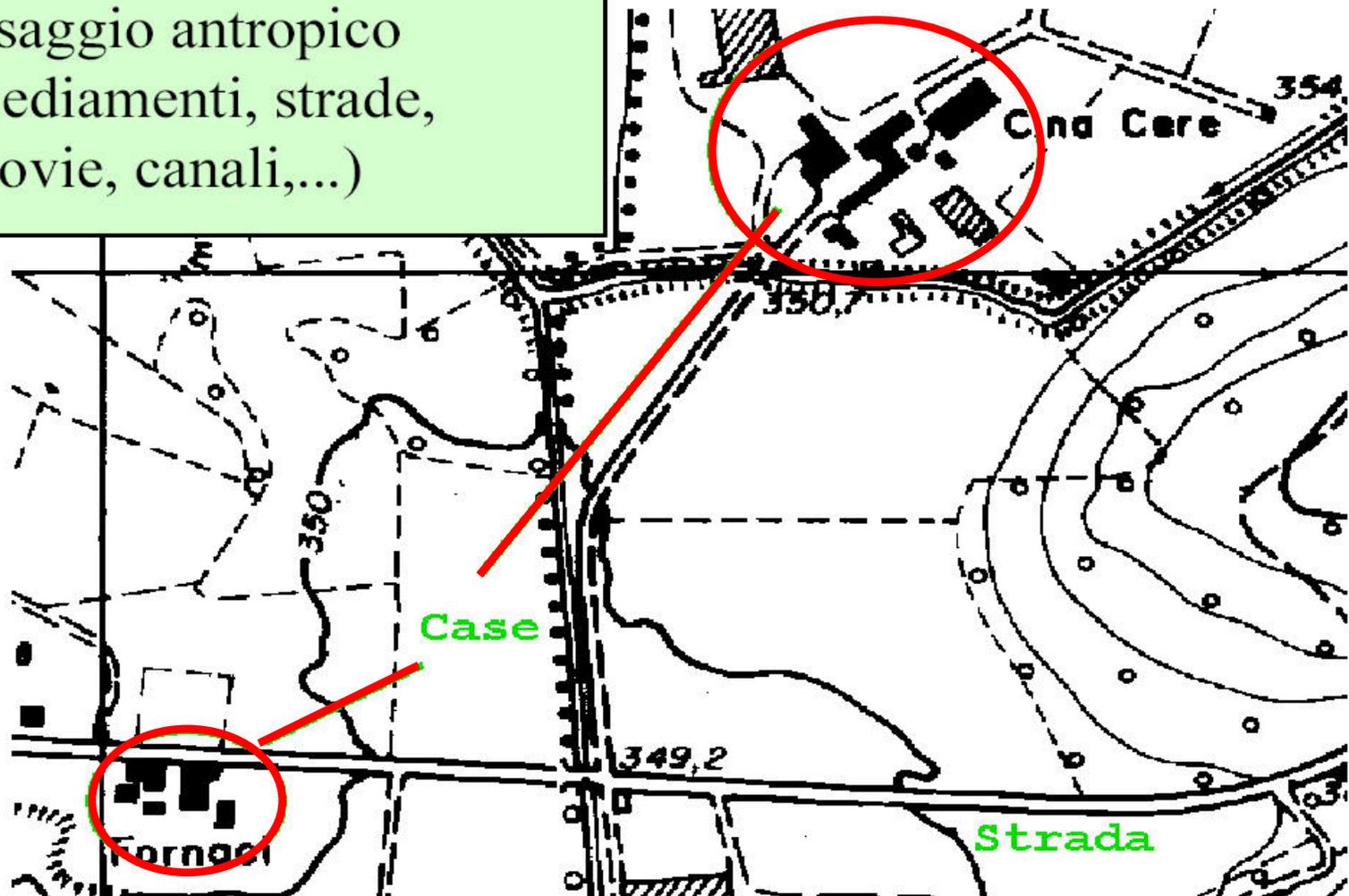
Elementi costitutivi - 2



– elementi costitutivi del paesaggio naturale (reticolo idrografico, laghi, rilievi,...)

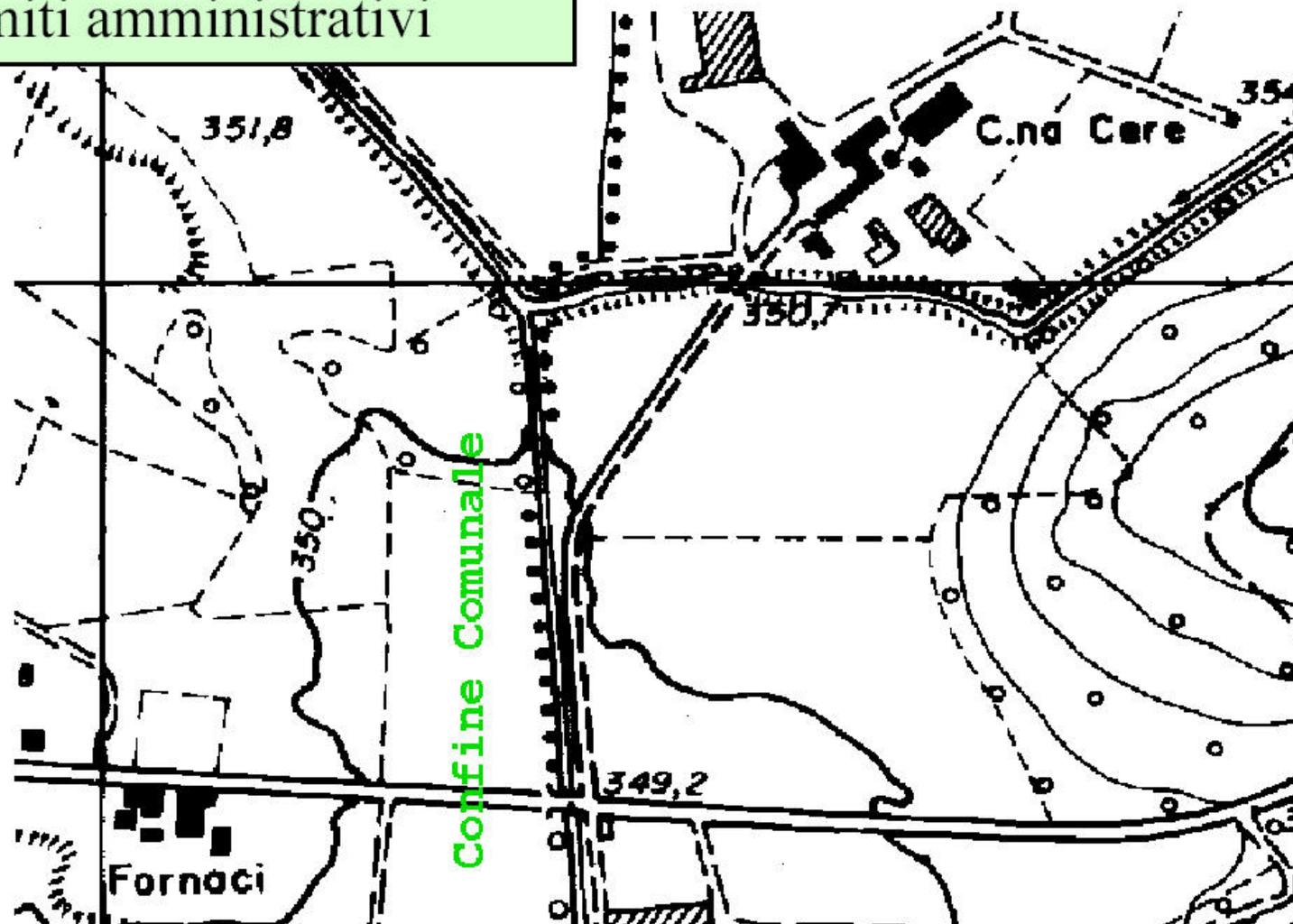
Elementi costitutivi - 3

- elementi costitutivi del paesaggio antropico (insediamenti, strade, ferrovie, canali,...)

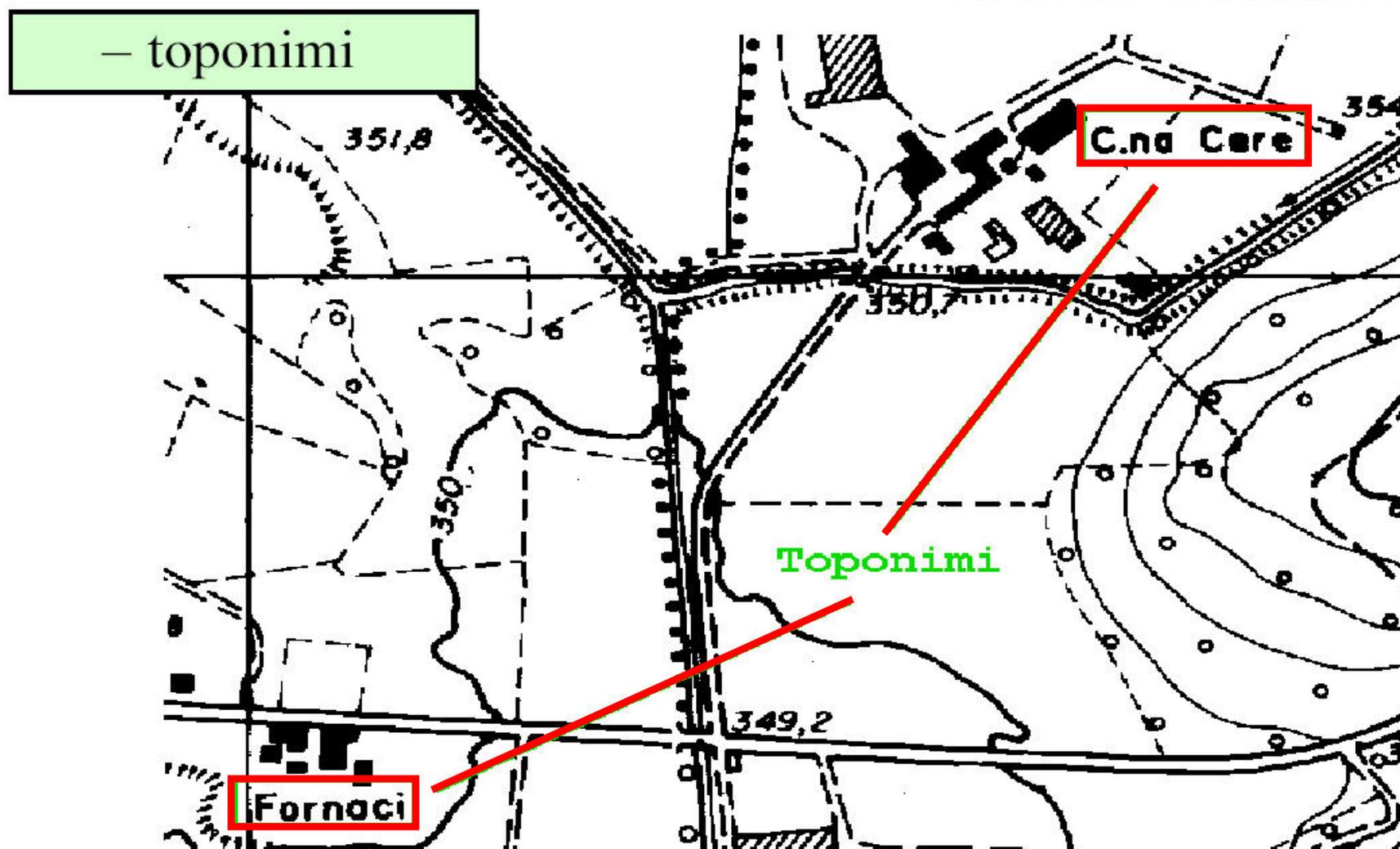


Elementi costitutivi - 4

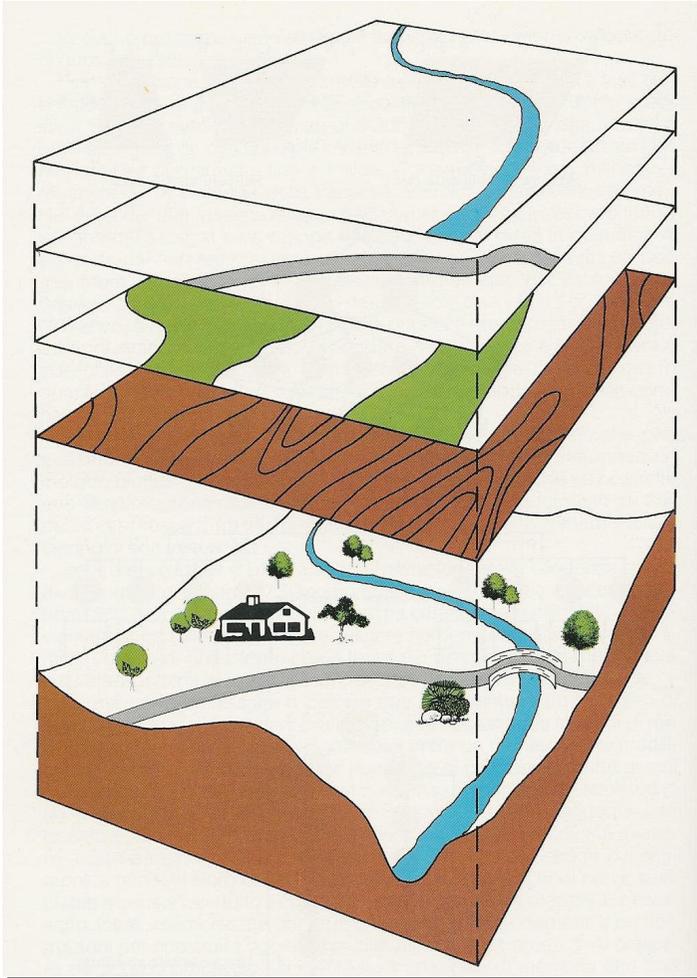
– limiti amministrativi



Elementi costitutivi - 5



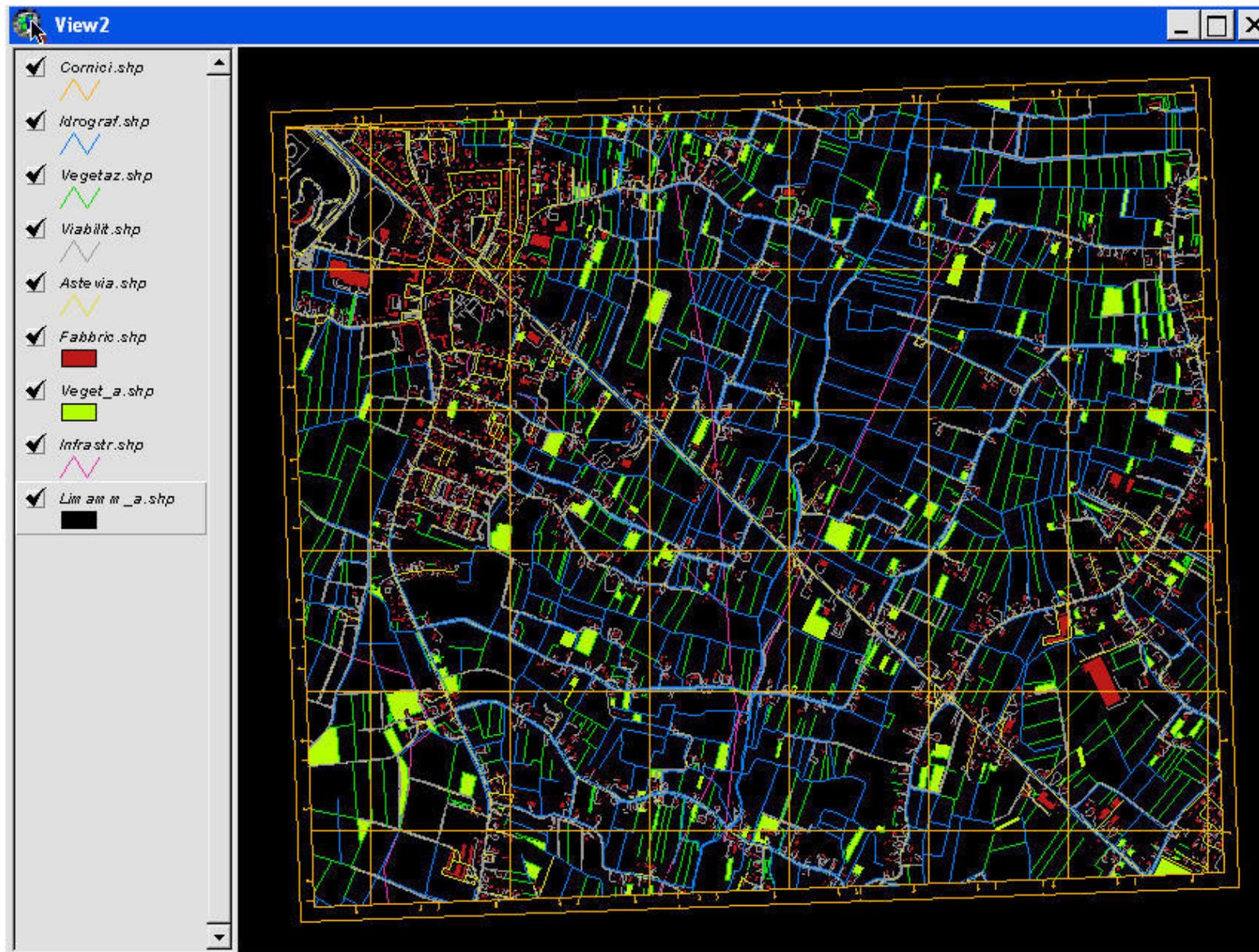
La CTRN della Regione Veneto



La Carta Tecnica Regionale Numerica (**CTR**N) definisce la cartografia in formato numerico resa disponibile dalla Regione sottoforma di files.

E' analoga a quella tradizionale disponibile su supporto cartaceo (**CTR**).

Nella CTRN tutti gli oggetti territoriali acquisiti sono suddivisi in **strati**, layer, coperture, livelli, piani, ecc. e ad ognuno viene assegnato un **codice identificativo** che ne documenta l'appartenenza.



Il reticolato cartografico Gauss-Boaga è perfettamente parallelo ai bordi dello schermo essendo la CTR georeferenziata con tali coordinate.



Particolare della CTRN di Legnaro. Vista di insieme dei layer:
viabilità, assi stradali, fabbricati, idrografia, vegetazione.

Codifica della CTRN del Veneto

La Carta Tecnica Regionale Numerica consente la gestione vettoriale degli oggetti e delle informazioni rappresentati secondo 16 livelli principali e 18 livelli di servizio, con la codifica di oltre 340 tipologie di oggetti (**entità**).

Livelli principali

- 01 FABBRICATI ED INSEDIAMENTI
- 02 VIABILITA' E TRASPORTI
- 03 ELEMENTI DIVISORI
- 04 IDROGRAFIA
- 05 VEGETAZIONE
- 06 DISCONTINUITA'
- 07 FERROVIE
- 08 INFRASTRUTTURE E SERVIZI
- 09 OPERE
- 10 CURVE DI LIVELLO E ALTIMETRIA
- 11 PUNTI QUOTA
- 12 INQUADRAMENTO
- 13 AREE DI RAPPRESENTAZIONE DEL TERRITORIO E GEOMORFOLOGIA
- 14 TOPONOMASTICA
- 15 LIMITI AMMINISTRATIVI E CONFINI
- 16 CORNICI E SCRITTURE MARGINALI

Livelli di servizio

- 17 CAMPITURA FABBRICATI
- 18 SIMBOLOGIA VIABILITÀ
- 19 SIMBOLOGIA ELEMENTI DIVISORI
- 20 SIMBOLOGIA IDROGRAFIA
- 21 SIMBOLOGIA E CAMPITURA VEGETAZIONE
- 22 CAMPITURA DISCONTINUITÀ
- 23 SIMBOLOGIA FERROVIE
- 24 CAMPITURA E SIMBOLOGIA INFRASTRUTTURE
- 25 SIMBOLOGIA OPERE
- 28 CAMPITURA AREE DI RAPPRESENTAZIONE
- 29 SIMBOLOGIA LIMITI AMMINISTRATIVI
- 30 ZONE DI DETERMINAZIONE NON CERTA
- A2 ASSI VIABILITÀ
- N2 NODI VIABILITÀ
- A4 ASSI IDROGRAFIA
- N4 NODI IDROGRAFIA
- A7 ASSI FERROVIA
- N7 NODI FERROVIA

Geoportale cartografico Regione Veneto

The screenshot displays the web interface of the Veneto Regional Geospatial Portal. The browser address bar shows the URL <http://idt.regione.veneto.it/app/metacatalc>. The page header includes a search bar with the text "Cerca con: La Regione dalla A alla Z", a note about data usage, and links for "alto contrasto" and "Dashboard". The main content area is titled "Infrastruttura dei Dati Territoriali del Veneto - Catalogo dei Dati".

On the left, there is a sidebar for "Organizzazione dei dati" with a dropdown menu set to "02 - Prodotti Cartografici". Below it is a tree view of data categories, including "Carta Tecnica Regionale", "CTR Numerica 5.000", "CTR Numerica 10.000", "CTR Raster 10.000", "DTM", "Punti Geodetici", "Fotogrammi Aerei", and "Database Geotopografici".

The central "Ricerca Dati Territoriali" section contains a search input field and a "Risultati" table with columns for "Titolo" and "Elementi CTR". A green download icon in the table is highlighted with a black arrow pointing to the download dialog box.

The "Download dati c0101074_CTRN5000" dialog box is open, featuring the following elements:

- A checkbox for "Inserisci anche le edizioni precedenti:".
- A "Formato file:" dropdown menu currently showing "SHP" with a list of options: "SHP" and "DXF".
- A "Visualizza Quadro d'unione" button.
- Three search filters: "per provincia:" with a dropdown "Seleziona Provincia" and a button "Avvia ricerca per Provincia"; "per comune:" with a dropdown "Seleziona Comune" and a button "Avvia ricerca per Comune"; "per codice:" with a dropdown "Seleziona Elementi" and a button "Avvia ricerca per Codice".
- A "Sezioni trovate" section with a table header:

Codice	Nome	Anno	Parziale
--------	------	------	----------
- An "Svuota Lista" button at the bottom.

The footer of the page shows "Page 1 of 1", a "Mostra Descrizione" link, and "Risultati 1 - 1 di 1". The browser zoom level is set to 100%.

Confronto tra GIS e Cartografia

	Cartografia disegnata	Cartografia Numerica	GIS
N. strati informativi	limitato (5-10) dipende dalla scala	illimitato	illimitato
N. attributi	minimo (1-3)	Illimitato (associati a elementi grafici)	illimitato
Topologia	NO	a livello grafico ma non è gestita	SI
Elaborazioni geometriche	NO	SI	SI
Elaborazioni semantiche	NO	NO	SI
Restituzione flessibile	NO	SI a livello grafico	SI a livello di entità