

CAPITOLO III

LA CARTOGRAFIA TRADIZIONALE DISEGNATA

1. Generalità.

Col termine di *cartografia tradizionale disegnata* si intende la cartografia che dà una rappresentazione del territorio in forma di disegno su supporto cartaceo.

Fino alla metà degli anni '80 la *cartografia* veniva prodotta nella forma di *cartografia tradizionale disegnata*; a partire da quegli anni invece la maggior parte della cartografia viene prodotta in forma numerica; di questa parleremo più avanti.

La *cartografia tradizionale disegnata* è stata prodotta fino agli inizi degli anni '50 principalmente col metodo del rilievo topografico classico e dopo di allora principalmente col metodo fotogrammetrico.

Ad esempio: sia la cartografia nazionale *originaria* di tutto il territorio nazionale alla scala 1:25.000 dell'IGMI (Istituto Geografico Militare Italiano), sia la cartografia catastale *originaria* (realizzata in parte alla scala 1:1000, in parte alla scala 1:2000 e in parte alla scala 1:4000) sono state realizzate col metodo topografico classico in forma di carta disegnata. Abbiamo evidenziato l'aggettivo *originaria*, per le due cartografie, poiché i successivi aggiornamenti in epoche più recenti sono stati effettuati per entrambe col metodo fotogrammetrico.

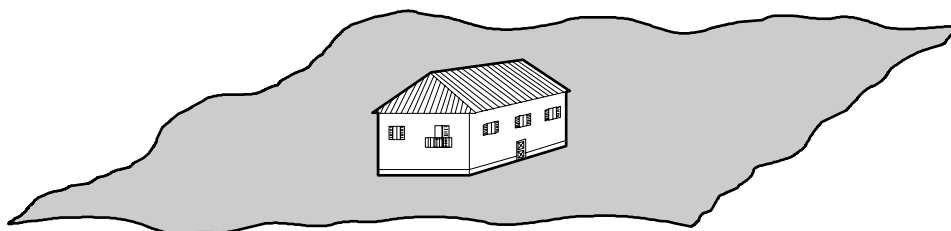
2. Schema del procedimento col quale viene realizzata la cartografia tradizionale disegnata.

Nella cartografia tradizionale disegnata la rappresentazione della superficie del terreno e dei particolari naturali ed artificiali su di essa esistenti avviene per mezzo di un disegno su un supporto cartaceo.

Vedremo più avanti che tutto ciò che viene rappresentato nella cartografia tradizionale col disegno, nella cartografia numerica viene rappresentato in termini di elementi di codifica e di coordinate.

Prima di fare delle considerazioni generali sulla carta disegnata facciamo un piccolo esempio per far capire come essa venga prodotta e quali siano i suoi elementi caratteristici.

Consideriamo un esempio semplicissimo (v. figura 1) e cioè di dover eseguire il rilievo di un edificio e di doverne dare la rappresentazione in forma di cartografia tradizionale disegnata.



Per dare la rappresentazione cartografica dell'edificio, occorre rilevarne i punti caratteristici in base ai quali se ne può dare la rappresentazione del perimetro; in questo caso questi punti sono gli spigoli dell'edificio.

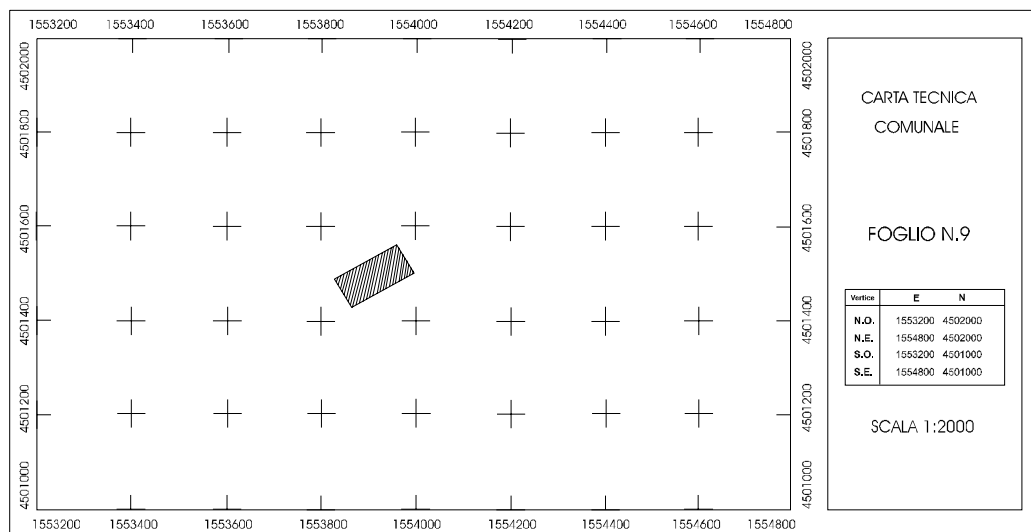
Gli spigoli dell'edificio possono essere rilevati con metodi topografici oppure fotogrammetrici.

Supponiamo di utilizzare metodi topografici. In tal caso un operatore che si muove sul terreno, utilizzando strumenti quali teodoliti e distanziometri, effettua misure di angoli e distanze collegando con esse i punti dei quali si devono determinare le coordinate e punti di riferimento, dei quali sono note le coordinate nel sistema cartografico nazionale.

In funzione di queste misure, e delle coordinate dei punti di riferimento, vengono calcolate le coordinate degli spigoli dell'edificio.

Per dare la rappresentazione in forma di cartografia tradizionale disegnata dell'edificio in funzione delle coordinate dei suoi spigoli si procede come segue:

- si predisporre un foglio di carta sul quale è stata tracciata una cornice, all'interno della quale effettuare il disegno, e sui cui bordi è stato riportato il sistema di riferimento cartografico nazionale N,E;
- si riportano sul foglio i punti rilevati (in questo caso gli spigoli dell'edificio) in funzione delle loro coordinate;
- si uniscono i punti riportati sul foglio con una linea in modo da disegnare il perimetro dell'edificio rappresentato con una spezzata chiusa;
- in generale si riempie la superficie delimitata dalla spezzata chiusa con un tratteggio per indicare la natura dell'oggetto del territorio cartografato (in questo caso, trattandosi di una casa, si usa in genere un tratteggio a linee parallele e inclinate); questa operazione di completamento del disegno (il perimetro dell'edificio) con il suo tratteggio interno (detto *campitura*) viene indicato con la parola *vestizione*, che, come vedremo, è ancora in uso per le rappresentazioni grafiche della cartografia numerica.



L'operazione di riporto dei punti sul foglio in funzione delle loro coordinate e il tracciamento del disegno, viene detta **montaggio del disegno**. Essa può venire eseguita anziché in modo manuale come ora descritto, anche in modo automatizzato mediante l'uso di un plotter guidato da un calcolatore elettronico.

3. La scelta del rapporto di scala del rilievo.

Nella descrizione della procedura di rilievo e rappresentazione di un oggetto del territorio in forma di cartografia tradizionale disegnata, abbiamo omesso di parlare di una operazione che deve essere fatta per prima e che è di fondamentale importanza, la quale consiste nella scelta del **rapporto di scala** nel quale si vuole dare la rappresentazione cartografica del territorio da rilevare.

Prima di effettuare la sequenza di operazioni sopra descritte, bisogna infatti fissare con quale rapporto di riduzione si vuole rappresentare la realtà, cioè con quale **rapporto di scala** si vuole realizzare la cartografia.

La dizione **rapporto di scala di una carta** viene molto spesso sintetizzato con la semplice dizione **scala della carta**.

Il rapporto di scala di una carta si indica con **1:n**, dove **n**, detto denominatore del rapporto di scala, indica di quante volte la dimensione lineare di un oggetto che deve essere cartografato viene ridotta rispetto alla realtà.

Se ad esempio si rappresenta il territorio in modo che sulla cartografia la dimensione lineare degli oggetti assumono una dimensione mille volte più piccola che nella realtà, si dice che il rapporto di scala della cartografia è di 1:1000.

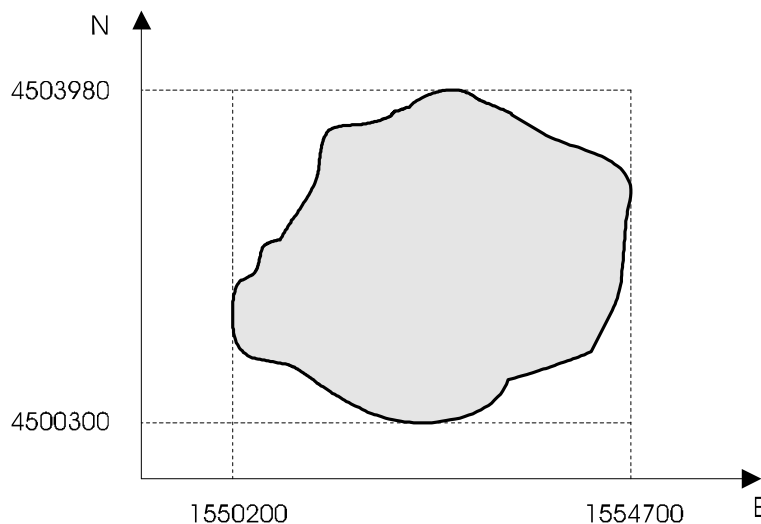
Nella costruzione della cartografia tradizionale disegnata l'imposizione della scala prescelta si realizza nel momento di predisporre i fogli sui quali deve essere rappresentato il disegno. Col termine di **foglio** non si intende il foglio di carta su cui viene effettuato il disegno, bensì la cornice su di esso tracciata che contiene il disegno.

Oltre a contenere la cornice che viene riempita con la rappresentazione cartografica del territorio, il foglio fisico di carta su cui essa è tracciata contiene altre informazioni: nome del territorio cartografato (ad esempio: Comune di Mantova), il rapporto di scala della carta, la legenda che serve ad interpretare la rappresentazione cartografica, il nome della Ditta che ha realizzato la carta, la data di esecuzione del rilievo ed altro ancora.

L'operazione con la quale si predisposizione l'insieme dei fogli sui quali viene rappresentato un territorio prende il nome di **progetto del quadro d'unione dei fogli**.

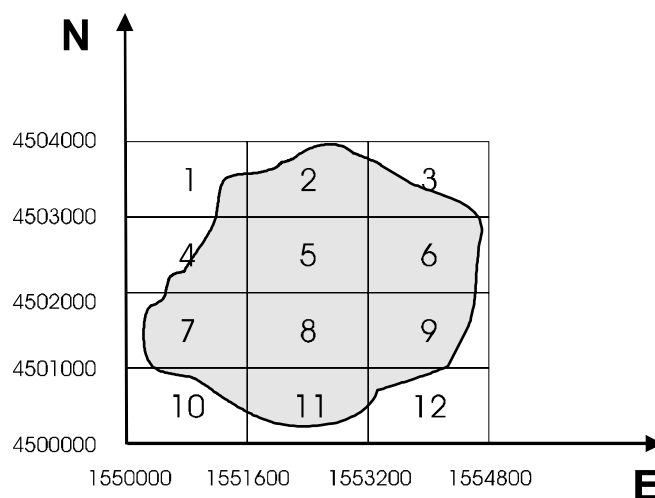
Per chiarire in che cosa essa consista il progetto del quadro d'unione dei fogli supponiamo ad esempio che l'edificio da rilevare di cui abbiamo precedentemente parlato appartenga ad una zona di territorio da cartografare alla scala 1:2.000; supponiamo inoltre che tale sia compresa:

- tra la coordinata Est 1.550.200 e la coordinata Est 1.554.700 e quindi con un'estensione lungo l'asse delle ascisse di 4.500 m
- tra la coordinata Nord 4.500.300 e la coordinata Nord 4.503.980 e quindi con un'estensione lungo l'asse delle ordinate di 3.680 m.



Supponiamo infine che la dimensione fisica dei fogli sia stata fissata, da chi ha commissionato la cartografia, in modo che ciascun foglio abbia le dimensioni di 50 cm per 80 cm (50 cm in altezza e 80 cm in larghezza).

In questo caso si devono predisporre dodici fogli, su ciascuno dei quali rappresentare una parte del territorio da cartografare, secondo lo schema riportato nella figura che segue. Come si vede i valori minimi e massimi di ascissa (coordinata Est) e di ordinata (coordinata Nord) del blocco di fogli, vengono scelti coincidenti col valore intero del km, in modo da inscrivere la zona da rilevare con un po' di margine e di avere fogli i cui lati abbiano valori interi al km in ascissa e in ordinata.



Nell'esempio che stiamo considerando il foglio 1 avrebbe il valore di ascissa minimo pari a 1.550.000 e quello massimo pari a 1.551.600; infatti gli 80 cm fisici del foglio moltiplicati per il denominatore del rapporto di scala, che in questo caso abbiamo supposto essere 2000, dà 1600 m, che sommati al valore iniziale 1.550.000 dà appunto 1.551.600 m.

Il valore di ordinata minimo del foglio 10 verrebbe scelto pari a 4.500.000 e quello massimo pari a 4.501.000; infatti i 50 cm fisici del foglio moltiplicati per il denominatore del rapporto di scala, dà 1000 m, che sommati al valore iniziale 4.500.000 dà appunto 4.501.000 m.

Applicando questo criterio si determinano i valori minimi e massimi di ascissa e di ordinata di tutti fogli.

Dopo aver predisposto la cornice dei fogli con i valori minimi e massimi di ascissa di ordinata, si suddivide il foglio con un reticolato di 10 centimetri di lato; di questo reticolato si disegnano a volto solo i crocicchi di intersezione; questo reticolato è detto **parametratura** del foglio.

Nell'esempio che stiamo facendo, per costruire la parametratura si devono riportare delle tacchette ogni 10 cm sull'asse E e sull'asse N; la distanza tra due tacche consecutive corrisponde, nel nostro caso, a 200 m.

Si hanno quindi sette tacchette sull'asse delle ascisse, che suddividono il lato orizzontale del foglio in otto intervalli e quattro tacchette sull'asse delle ordinate, che suddividono il lato verticale del foglio in cinque intervalli.

4. Il montaggio del disegno nell'ambito di un foglio parametrato.

Riprendiamo ora il problema della rappresentazione della casa della quale avevamo rilevato gli spigoli; abbiamo detto che di tali spigoli erano state determinate le coordinate; supponiamo che tali coordinate siano tali da essere comprese tra i valori minimi e massimi di ascissa e di ordinata del foglio 9.

Si riportano allora sul foglio 9 i punti che rappresentano gli spigoli della casa in funzione delle loro coordinate, facendo riferimento alla parametratura del foglio; si procede quindi, come già detto, a unire i punti con una spezzata chiusa e a tratteggiarne la superficie interna.

Così si realizza la rappresentazione cartografica tradizionale (cioè in forma grafica tradizionale) alla scala 1:2000 della casa stessa nel sistema cartografico nazionale.

Nota: per motivi di leggibilità delle figure, l'edificio di cui si è data la rappresentazione grafica è di dimensioni esagerate, come si può rilevare confrontando la lunghezza di uno qualsiasi dei suoi lati con la lunghezza del lato di base del foglio, che corrisponde, nella realtà, a una lunghezza di 1600 m.

Per effettuare la rappresentazione cartografica della zona di territorio indicata sul quadro d'unione dei fogli bisogna applicare questa procedura a tutti gli oggetti naturali e artificiali che si trovano entro il suo perimetro.

5. La lettura metrica della carta disegnata.

Mettiamoci ora nei panni di chi usa la cartografia, facendo sempre riferimento all'edificio del quale abbiamo dato la rappresentazione cartografica. Supponiamo che l'utente voglia determinare la lunghezza di un lato dell'edificio, ad esempio il lato indicato con *a* nella figura; egli misurerà con un righello millimetrato la lunghezza del segmento sulla carta e moltiplicherà il valore misurato per il denominatore del rapporto di scala, in questo caso per 2.000, e otterrà così il valore reale della lunghezza del lato della casa.

6. L'influenza dell'errore di graficismo nella costruzione e nella lettura della cartografia disegnata.

Nel paragrafo precedente abbiamo visto come si realizza la rappresentazione cartografica di un oggetto nel caso di una carta disegnata tradizionale e come l'utente effettua su di essa delle misure.

Siamo quindi ora in grado di capire che quando si costruisce una carta disegnata, e anche quando la si usa, si commette un errore metrico dovuto al fatto che gli oggetti vengono rappresentati con un tratto grafico, che crea di per sé stesso una indeterminazione.

Supponiamo per ipotesi che il topografo che ha eseguito le misure sul terreno le abbia effettuate con grande precisione, in modo che le coordinate dei punti risultino affette da un errore medio di due o tre centimetri; quando però il topografo riporta i punti sulla carta e quindi li unisce con una spezzata lo fa usando una matita; questi punti disegnati, così come il tratto grafico con cui verranno congiunti, hanno una dimensione, che come minimo è di 0,2 mm. Questa quantità è detta **errore di graficismo**.

Un punto che sulla carta alla scala 1:2.000 ha un diametro di 0,2 mm, rappresenta nella realtà un cerchio di diametro di 40 cm, valore che si ottiene moltiplicando l'errore di

graficismo di 0,2 mm per 2.000. Ugualmente, la dimensione trasversale del segmento che unisce due punti sulla carta, riportata sul terreno equivale a un tratto di 40 cm.

Questo significa che, nel caso di una carta disegnata alla scala 1:2.000, i punti riportati sulla carta hanno comunque una indeterminazione di circa 40 cm, anche se il topografo ha effettuato le misure sul terreno in modo che le coordinate dei punti siano affette da un errore medio di due o tre cm.

Ne consegue che il topografo userà metodi di misura di precisione appropriata in funzione della carta che deve realizzare; sarebbe infatti fallimentare sul piano economico fare le misure con una precisione che poi non può essere mantenuta a causa dell'errore di graficismo.

Ma anche l'utente quando effettua le misure sulla carta commette errori dovuti al graficismo; si pensi ad esempio a quando, per effettuare la misura di un lato della casa prima descritta, l'utente accosta il righello al lato da misurare; egli dovrà accostare la tacca iniziale della graduazione del righello con uno degli estremi del segmento che vuole misurare; in questa operazione si genera una indeterminazione dovuta sia alla dimensione del tratto grafico del disegno, sia alla dimensione del tratto del righello! Quando poi l'utente farà la lettura al righello in corrispondenza dell'altro estremo del segmento, all'errore di graficismo del disegno si sommerà quello di stima della frazione di millimetro, poiché sarà un raro caso che il segmento da misurare sia pari ad un numero esatto di millimetri; ma, anche in questo caso, ci sarà sempre l'operazione di stima che il tratto del righello coincida con l'estremità del segmento che si misura.

L'utente deve perciò sapere che, nell'effettuare misure su una carta disegnata, commette un errore che, come minimo, è uguale all'errore di graficismo moltiplicato per il denominatore del rapporto di scala della carta.

Per valutare però quanto l'effetto del graficismo influenzi il contenuto qualitativo e metrico di una carta disegnata, non dobbiamo fare riferimento al valore di tratto grafico di 0,2 mm di cui abbiamo parlato finora; tale valore è infatti il **minimo** spessore di tratto che viene impiegato nel disegno di una carta; inoltre bisogna tenere presente che nelle operazioni di disegno e di utilizzo della carta, l'errore di graficismo può combinarsi più volte in vario modo.

In definitiva si assume che l'errore di graficismo possa portare ad una indeterminazione nel riportare un punto rilevato sulla carta, che può raggiungere, seppure in casi rari, il valore di 0,5 mm. Questo valore è detto **tolleranza grafica**, e in pratica determina il valore massimo di errore che il cartografo può commettere nella costruzione della carta e anche il grado di attendibilità metrica che l'utente può aspettarsi quando effettua misure sulla carta.

Se consideriamo ad esempio una carta disegnata alla scala 1:2.000 la tolleranza grafica vale 1 m, il che significa che, nell'effettuare misure su di essa, si possono ricavare valori di distanze errati anche di 1 m rispetto al loro valore reale.

L'errore di graficismo condiziona però non solo la precisione metrica di una carta disegnata, ma anche il suo grado di dettaglio; infatti non è possibile riportare su una carta disegnata un particolare del terreno che abbia una dimensione che, divisa per il denominatore della scala, sia inferiore alla tolleranza grafica.

Ad esempio in una carta disegnata alla scala 1:2.000 non è possibile rappresentare un muro di recinzione che abbia uno spessore di 30 cm con due tratti paralleli; esso verrà

rappresentato con una linea sola di tratto di 0,2 mm, che già da sola vale, nel rapporto di scala della carta, 40 cm.

Uguualmente, non sarà possibile rappresentare variazioni di andamento planimetrico di muri di edifici o di altre strutture, che siano inferiori al metro, poiché tale entità è assorbita dalla tolleranza grafica.

Si pensi ad esempio che la nostra cartografia nazionale realizzata dall'I.G.M.I. è alla scala 1:25.000; a tale scala anche un grande edificio lungo 20 metri e largo 8 non sarebbe rappresentabile, poiché su una carta disegnata alla scala 1:25.000 la tolleranza grafica vale 25 m. E' per questo che, come diremo più avanti, si usano i **segni convenzionali**.

Possiamo concludere dicendo che l'errore di graficismo si ripercuote sulla precisione della carta in funzione del denominatore del suo rapporto di scala, e ne determina automaticamente:

- la precisione con la quale devono essere fatte le misure per costruire la carta
- il suo grado di dettaglio
- la precisione metrica che l'utente potrà ottenere nell'effettuare misure su di essa.

7. Classificazione delle carte diseguate in base al rapporto di scala.

Da quanto detto al precedente paragrafo si comprende che il contenuto d'informazione di tipo qualitativo di una carta e la precisione delle misure su di essa eseguibili, sono strettamente legati al suo **rapporto di scala**, cioè dal rapporto di riduzione con il quale sono rappresentate su di essa le grandezze lineari.

Si dice che la scala di una carta è **tanto più piccola** quanto **più piccole** sono, rispetto alla realtà, le dimensioni dei particolari del terreno in essa rappresentati.

Le carte si possono suddividere, in funzione della loro scala, come segue:

- carte a grande scala 1:500, 1:1.000, 1:2.000
- carte a media scala 1:10.000, 1:5.000
- carte a piccola scala 1:25000, 1:50.000, 1:100.000, 1:200.000.

Quando la scala è più piccola di 1:200.000 si entra nel campo delle carte geografiche, anziché topografiche.

Nelle carte a grande e a media scala la rappresentazione dei particolari naturali ed artificiali del terreno è sempre fatta **a misura**, cioè essi vengono rappresentati nella loro dimensione reale ridotta in funzione della scala della carta (naturalmente sempre a condizione che il graficismo lo consenta); e quindi, ad esempio, in una carta alla scala 1:2.000 una strada larga 10 m viene rappresentata con due tratti grafici distanti 5 mm.

Nelle carte a media e piccola scala si usano invece anche i **segni convenzionali**, cioè un modo di rappresentare gli oggetti da cartografare non nel rapporto di scala della carta, ma con una simbologia grafica; e questo è dovuto ad esigenze di rappresentazione.

Ad esempio nel caso di una carta alla scala 1:25.000 la strada larga 10 m dell'esempio precedente dovrebbe essere rappresentata con due tratti grafici distanti 4 decimi di millimetro, cosa non possibile per motivi di disegno e di riproduzione a stampa della carta; la larghezza della strada viene quindi alterata nella rappresentazione, cioè si aumenta nella rappresentazione sulla carta la distanza dei tratti grafici che ne costituiscono i bordi, come se cioè nella realtà la strada fosse più larga, e tali bordi vengono disegnati con un segno convenzionale, ad esempio con due linee: una continua e una a tratti, distanziate di 1 mm; nella legenda della carta verrà riprodotto tale segno convenzionale, con l'indicazione che esso rappresenta strade di larghezza variabile, ad esempio, tra 8 e 20 m.

Il segno convenzionale indica quindi che la larghezza della strada non va ricavata moltiplicando la distanza tra i tratti grafici sulla carta per il denominatore n della scala della carta.

L'uso dei segni convenzionali, che non vanno confusi con la vestizione, non è praticamente usato nelle carte a grande scala, è limitato nelle carte a media scala, mentre è molto usato nelle carte a piccola scala.

8. Scelta della scala alla quale deve realizzata una carta.

Il rapporto di scala di una carta deve essere fissata tenendo conto degli utilizzi che della carta verranno fatti; non si deve cioè realizzare una carta a piccola scala se essa deve essere impiegata per stendere progetti molto dettagliati, nei quali sono significative le distanze dell'ordine del metro o addirittura dei decimetri; ma neppure si devono richiedere carte a scala molto grande quando non ve ne è necessità, perché il costo di una carta cresce vertiginosamente al diminuire del denominatore della scala.

Al diminuire della scala della carta, cioè con l'aumentare del rapporto di riduzione, si ha quindi un minor contenuto d'informazione in termini qualitativi e metrici; d'altra parte però con il diminuire della scala si produce sulla carta una specie di semplificazione, che cancella quanto ne costituisce la tessitura minuta ed esalta i tratti più importanti del territorio; inoltre aumenta, a parità di dimensioni del foglio, la zona reale di territorio rappresentata. Pertanto, se è vero che le grandi scale consentono un grado di lettura molto fine del territorio, è anche vero che quelle a media e a piccola scala permettono una visione di insieme che le prime non danno.

Riprendendo la suddivisione delle carte in carte a grande, media e piccola scala, i relativi ambiti di utilizzazione sono i seguenti.

Le carte a piccola scala sono generalmente carte nazionali che vengono utilizzate come base di progetti di pianificazione di livello nazionale o comunque di tipo interregionale.

Le carte a media scala sono per lo più le carte regionali. Esse devono avere, per contenuto qualitativo e metrico, il grado di dettaglio che consenta di ricavare tutti gli elementi conoscitivi necessari per la pianificazione a livello regionale.

Le carte a grande scala descrivono il territorio con il grado di dettaglio necessario ad una sua pianificazione a livello comunale. Esse ad esempio costituiscono la carta più utilizzata nell'ambito degli Uffici Tecnici comunali.

Tra le carte a grande scala quella alla scala 1:500, stante il suo costo elevato, viene generalmente realizzata non per interi territori comunali, ma per particolari zone, ad esempio per i centri storici.

9. Esempi di cartografia tradizionale alle diverse scale.

Per avere un'idea del contenuto qualitativo delle cartografie disegnate in funzione del loro rapporto scala, al termine del capitolo si riportano alcuni esempi di cartografie dello stesso territorio realizzate a scale differenti.

Si parte da una carta alla scala 1:25.000 che in pratica rappresenta tutto il centro della città di Pavia; si vede poi come, a parità di occupazione cartacea, le successive carte rappresentino una zona sempre più limitata di quella originaria.

Si può inoltre notare come all'aumentare della scala della carta aumenti il suo grado di dettaglio.

10. La produzione attuale di carta tradizionale disegnata

Attualmente la cartografia viene prodotta, per la maggior parte, in forma di cartografia numerica, della quale ci accingiamo a parlare nel prossimo Capitolo.

Ci siamo però soffermati a lungo sul metodo di costruzione della carta tradizionale disegnata perché solo conoscendo in cosa essa consista e come essa si produca si può aver chiaro in cosa consista il concetto di rapporto di scala di una carta e quale sia la sua funzione nel determinare la precisione e il grado di dettaglio della cartografia.

Inoltre dalla cartografia numerica si ricava sempre, mediante disegno automatico tramite plotter, una sua rappresentazione grafica, per la quale vale tutto ciò che è stato detto per la carta tradizionale disegnata.






















Dispense di Fotogrammetria per il Corso in Ingegneria Edile-Architettura
Prof. Riccardo Galetto

Le quote sono in metri e riferite al livello medio del mare del mareografo di Genova

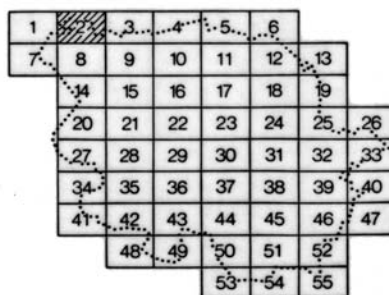
L'equidistanza delle curve di livello ordinarie
 (segno continuo) è di 2 m;
 di quelle ausiliarie (a tratti) è di 1 m

Tolleranze : delle quote numeriche è di $\pm 0,60$ m
 delle curve di livello è di $\pm 0,80$ m

Simbologia principale :

	Edifici di abitazione
	Chiesa
	① Fabbricato industriale
	PT Poste e telegrafo
	H Ospedale
	M Municipio
	P Provincia
	S Scuola
	Capannone
	Tettoia
	Baracca
	Serra
	Risalo { canali 
	{ argini 
	Pioppeto
L L	Vigneto
	Seminativo
	Scarpata artificiale
	Scarpata naturale
	Muro
	Edifici interrati o sotterranei

QUADRO D'UNIONE DELLE MAPPE



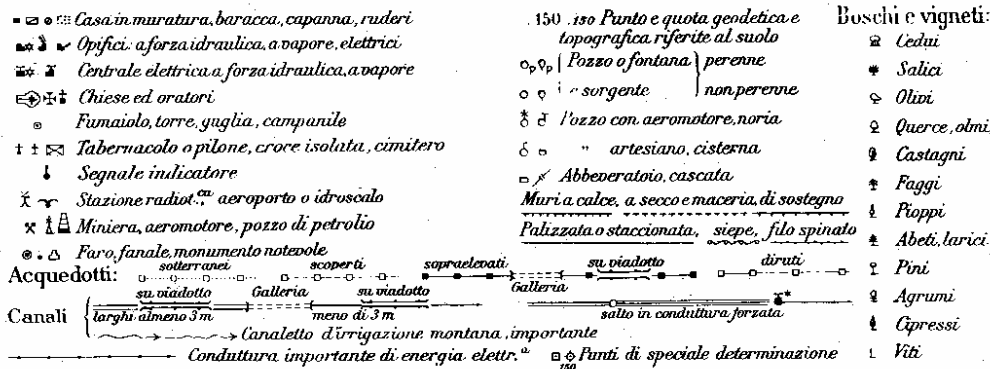
Esempio di segni convenzionali
 per la cartografia alla scala 1:2000



b) senza manutenzione regolare



Carta ufficiale dello Stato (Legge N°68 del 2-2-1960)
 Tutti i diritti di riproduzione e di rielaborazione riservati



Esempio di segni convenzionali
 per la cartografia alla scala 1:25000



figura 1
Esempio di cartografia alla scala 1:25.000



figura 2
Esempio di cartografia alla scala 1:10.000

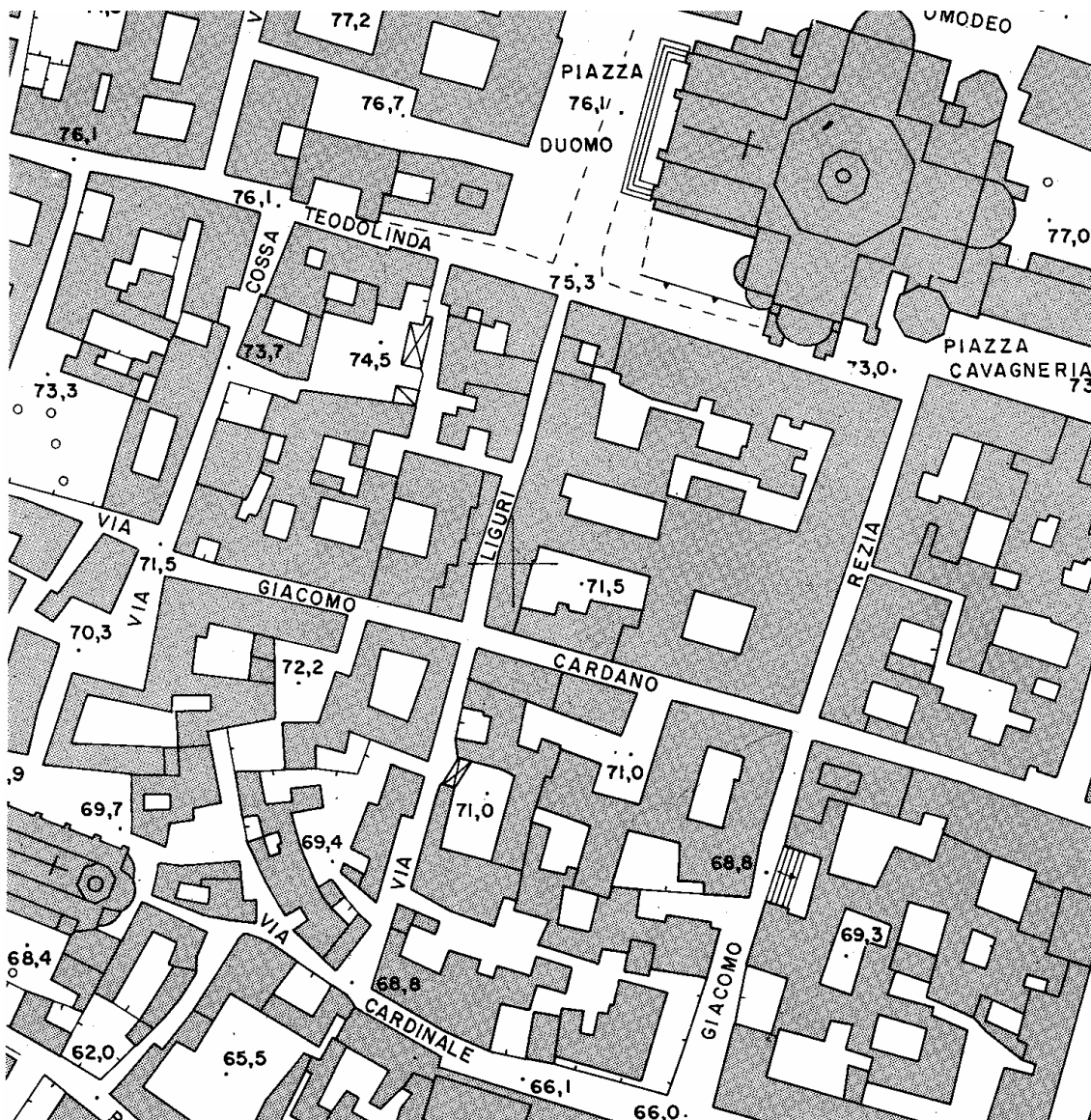


figura 3

Esempio di cartografia alla scala 1:2.000

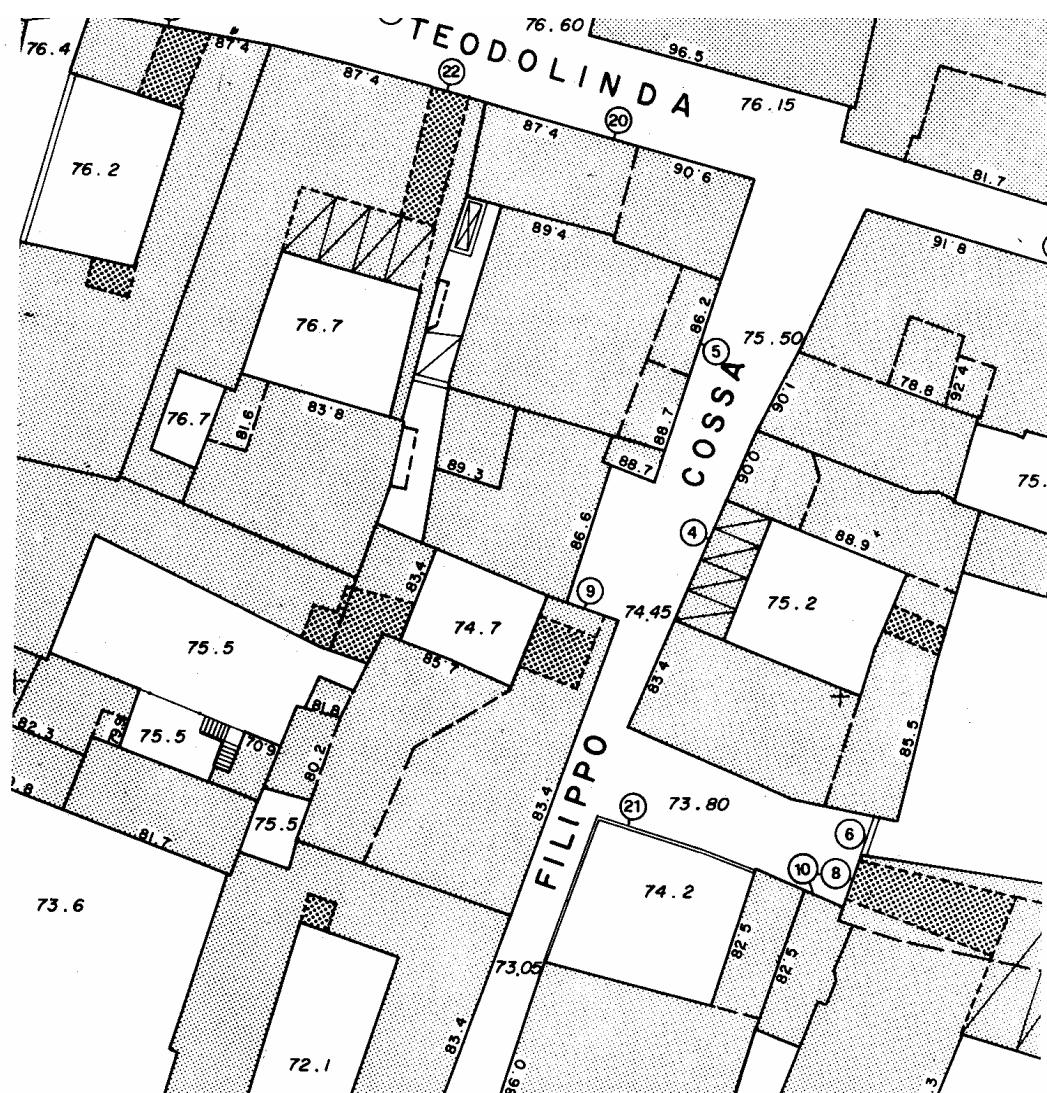


figura 4
Esempio di cartografia alla scala 1:500