

Modello digitale della superficie reale del centro storico della città di Roma

AMANTI M. (*), CARA P. (*), PECCI M. (*)

1. - INTRODUZIONE

La generazione di una rappresentazione continua dell'andamento plano-altimetrico di un'area urbana rappresenta un problema del tutto particolare rispetto ad applicazioni analoghe, in contesti dove l'entità e le modificazioni della forma del territorio ad opera dell'uomo sono ridotti, se non assenti. La superficie da rappresentare anzitutto viene definita come superficie reale, intendendo con tale termine la complessa combinazione presente nelle aree urbane delle superfici fisiche, in particolare, di aree di affioramento del substrato roccioso (più o meno pedogenizzato), del cosiddetto «piano stradale» o «calpestable» e delle varie coperture di «terreno di riporto».

È facile immaginare come un tessuto urbano plurimillenario come quello del centro storico di Roma, presenti una combinazione di queste superfici fisiche particolarmente complessa, complicata da una topografia articolata, con dislivelli e differenze morfologiche notevoli. La rappresentazione superficiale costituisce inoltre solo l'ultima e più evidente di una sequenza di forme stratificate nel sottosuolo e dinamicamente in evoluzione, in particolare ad opera dell'attività morfogenetica dell'uomo.

La prospettiva di creare una base di dati georeferenziati relativi all'ambiente fisico per il centro storico di Roma e, in prospettiva per l'intera città fino al G.R.A. (AMANTI *et alii*, 1995a; CARA & PROSPERI, 1995), ha accresciuto la necessità di disporre di un modello digitale della superficie reale.

Il lavoro si è articolato in varie fasi. La principale e più lunga è stata quella indirizzata ad acquisire le informazioni eventualmente già disponibili presso gli enti locali competenti sul territorio romano: Regione Lazio, Provincia di Roma e Comune di Roma/Ufficio Speciale Interventi Centro Storico. Presso la Regione e la Provincia è stata verificata l'assenza dei dati di interesse. Per quanto riguarda l'Ufficio competente direttamente sul centro storico, è stata verificata la non disponibilità e/o l'impossibilità di disporre di dati in forma numerica riferiti ai punti quotati. Pertanto, si è dato corso alla digitalizzazione in proprio. Questa è avvenuta presso il Settore Informatica del Servizio Geologico Nazionale ed ha riguardato principalmente i dati plano-altimetrici (punti quotati) della esistente cartografia alle scale 1:500 e 1:1.000 derivata da rilievo aerofotogrammetrico (USICS, 1980 e 1990) nonché della cartografia alla scala 1:10.000 (REGIONE LAZIO, 1990).

I dati acquisiti in forma numerica, dopo essere stati validati, sono stati elaborati presso il SGN utilizzando il software TINTM (ESRI, 1992a) su piattaforma DEC-ALPHA/Open VMSTM.

2. - DESCRIZIONE DELL'AREA STUDIATA

In questa prima fase del «Progetto Roma» ci si è limitati allo studio ed alla rappresentazione del centro storico della città. In particolare si è studiata la porzione di territorio urbano racchiusa entro la

(*) Presidenza del Consiglio dei Ministri - DSTN - Servizio Geologico - Roma.

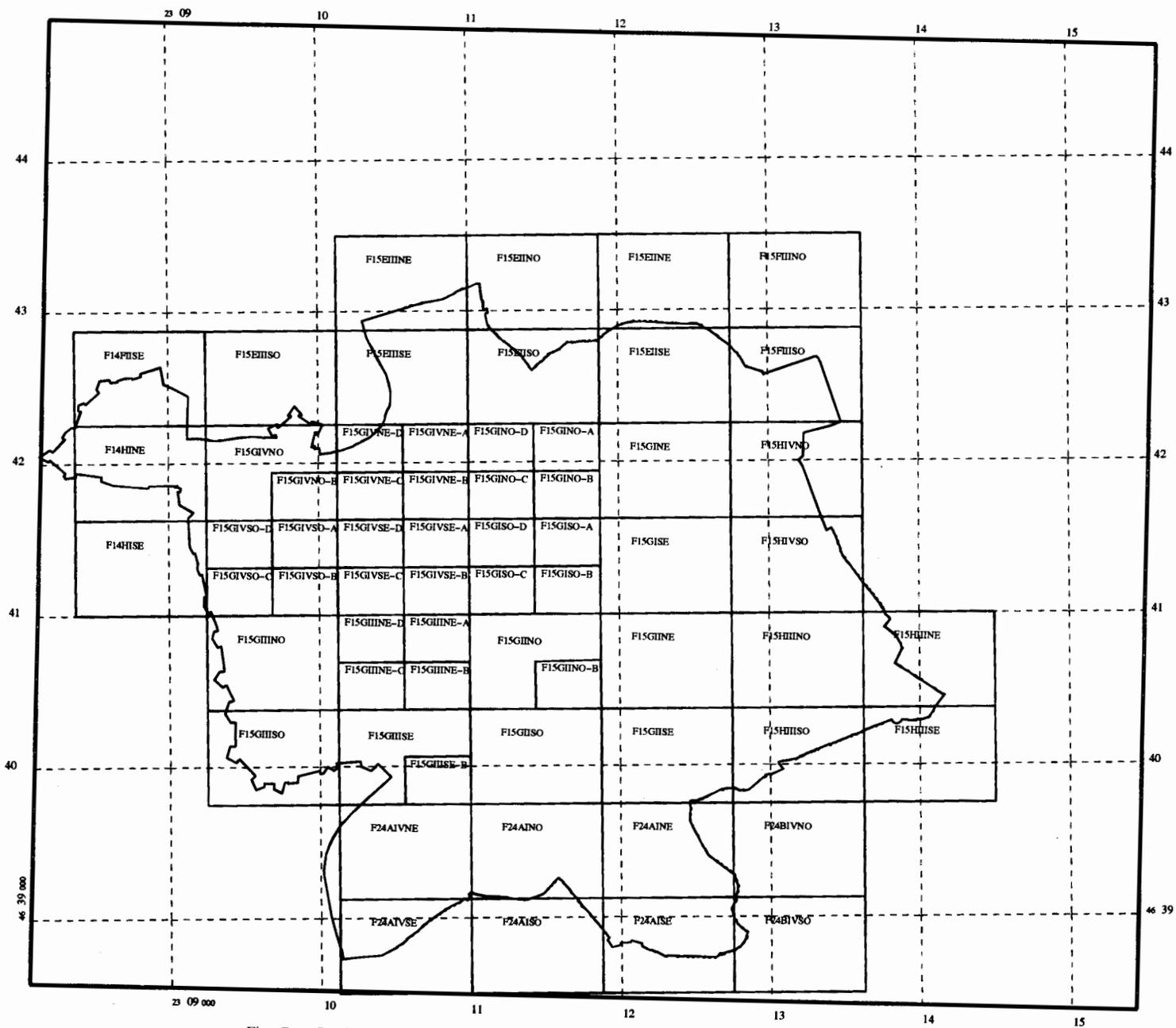


Fig. 7 - Confini dell'area in studio riferiti alla cartografia 1:500, 1:1.000 e 1:10.000 modificata.

cinta delle mura Aureliane, edificate dall'imperatore Aureliano (270-275 d.C.), estesa nel quadrante occidentale fino alla successiva cinta urbana edificata sotto papa Urbano VIII (1623-1644), in modo da comprendere il Gianicolo (fig. 7).

L'area comprende un tratto del Fiume Tevere il cui argine sinistro costituisce in due tratti un limite dell'area di studio in sostituzione della cinta muraria di epoca aureliana, in quei punti ormai obliterata. I due tratti, ad andamento sub meridiano, coincidono a Nord con il Lungotevere Augusto, Lungotevere Marzio e Lungotevere Tor di Nona ed a Sud con il Lungotevere Testaccio.

Il settore nord-occidentale, compreso tra i recinti murari di papa Paolo III (1534-1549) e Leone IV (847-855), include nell'area in studio lo Stato della Città del Vaticano. La delimitazione del settore ad ovest di Castel S. Angelo, in particolare, è stata effettuata tenendo conto del recinto murario ancora esistente (via dei Corridoni e Borgo S. Angelo) escludendo l'area di Borgo Pio compresa in passato entro cinte murarie ora obliterate.

L'area ha una superficie planimetrica complessiva di circa 15 kmq e presenta una variazione altimetrica di 85 metri, compresa tra 5.3 metri s.l.m. presso Lungotevere Testaccio subito dopo Ponte Sublicio e 90.3 metri s.l.m. sul Gianicolo, nei pressi di Porta S. Pancrazio (tab. 8).

TAB. 8 – *Caratteristiche geografiche dell'area in studio*

LIMITI GEOGRAFICI DEL TIN (Coordinate Gauss Boaga)			
XMIN	YMIN	XMAX	YMAX
2.308.141,250	4.638.586,500	2.314.235,250	4.643.313,500
DESCRIZIONE AREA IN STUDIO			
AREA	PERIMETRO	QUOTA MAX.	QUOTA MIN.
14.717.805 m ²	25.466 m	90,3 m s.l.m.	5,3 m s.l.m.

3. – ORGANIZZAZIONE DELLA CARTOGRAFIA

Preliminarmente alla scelta di una cartografia da utilizzare per la digitalizzazione, è stato operato un censimento di quella esistente, che è rappresentata principalmente da:

a) cartografia I.G.M. a scala 1:100.000 - Foglio 150 «Roma» e 149 «Cerveteri» e a scala 1:25.000 - Tavole F. 150 IV SO «Roma» e F. 149 I SE «Roma Ovest»; queste ultime derivano

da riduzione del rilevamento catastale e sono aggiornate al 1949;

b) carta del Comune di Roma a scala 1:10.000 (COMUNE DI ROMA, 1968). L'area del comune risulta compresa in 38 fogli ognuno in genere composto di due elementi cartografici (parte Nord e Sud) per un totale di 64 elementi. In particolare l'area in studio ricade parzialmente nei fogli 14S, 15S e 24N. La carta è stata realizzata dal Coordinamento dell'Ufficio Speciale Nuovo Piano Regolatore con aerofotografie realizzate nel novembre-dicembre 1961 e ricognizione nel dicembre 1961 - marzo 1962. La restituzione fu effettuata con apparecchi «NISTRI» nel periodo gennaio-aprile 1962. Un primo aggiornamento fu effettuato dalla S.A.R.A. S.p.A. nell'aprile 1967; un ulteriore aggiornamento fu eseguito nel gennaio 1984. Per il futuro è prevista la pubblicazione dell'aggiornamento riferito al volo del 1991. La rappresentazione è nel sistema di proiezione Gauss-Boaga;

c) carta tecnica regionale della Regione Lazio alla scala 1:10.000 (REGIONE LAZIO, 1990). L'area urbana di Roma è essenzialmente compresa nelle sezioni 374060 «Roma Nord Ovest», 374070 «Roma Nord Est», 374100 «Roma Sud Ovest» e 374110 «Roma Sud Est». La carta è stata realizzata dal Consorzio FEDERMAP come restituzione del rilievo del 1990 da aerofotografie del 1990. Le coordinate geografiche sono riferite all'ellissoide internazionale con orientamento medio europeo (E.D. 1950). Le coordinate piane sono nel sistema di proiezione Gauss-Boaga. Va sottolineato che tale cartografia è stata utilizzata come base comune di riferimento per gli elaborati cartografici della Monografia sul centro storico di Roma, secondo un taglio *ad hoc* realizzato da parte del Servizio Geologico Nazionale, corrispondente ad una mosaicatura e ritaglio delle carte anzidette (fig. 7);

d) cartografia catastale alla scala 1:1.000, riferita al sistema di proiezione Cassini-Soldner;

e) restituzione aerofotogrammetrica ad opera della Soc. S.A.R.A. NISTRI per il Comune di Roma/Ufficio Speciale Interventi Centro Storico (USICS, 1980), a scala 1:500 e 1:1.000 (fig. 7), inquadrata nel sistema geodetico nazionale in coordinate piane Gauss-Boaga. La cartografia risale al 1980 (COMUNE DI ROMA, 1991). Per questa cartografia esiste una versione in formato numerico (USICS, 1990), realizzata dalla Soc. AEROFOTO CONSULT (COMUNE DI ROMA, 1991). La realizzazione della cartografia numerica è coincisa con la realizzazione del fotopiano a colori di Roma alla scala 1:1.000 mediante la ripresa del giorno 11 giugno 1990 e ha previsto degli aggiornamenti «a vista» sulla cartografia, gestiti da sistemi di calcolo automatici; un

aggiornamento risalirebbe allo stesso 1990 (COMUNE DI ROMA, 1991), e avrebbe riguardato in prevalenza la perimetrazione degli isolati che, secondo quel progetto di cartografia numerica, costituivano l'unità fondamentale di riferimento.

Un cenno merita anche la descrizione dello stato dei dati geodetici di pertinenza dell'Istituto Geografico Militare, relativi al Comune di Roma. La consistenza di tali dati risulta essere nel territorio comunale romano di n.108 punti trigonometrici di cui ben 91 di incerta definizione (comunicazione IGM-Direzione Geodetica del 4 marzo 1994). In particolare nella Tavole F. 150 IV SO «Roma» (IGM, 1949), entro cui è compresa l'area in studio, sono rappresentati n. 8 punti classificati come «Punto e quota geodetica riferita al suolo» di cui solo uno ricadente nell'area stessa (Basilica di S. Pietro: 30 m). Sulla sommità del Monte Testaccio è rappresentato inoltre un punto classificato come «Punto di speciale determinazione» avente quota m 49.

4. - PRECISIONE DELLE SORGENTI CARTOGRAFICHE

Nella valutazione dei dati di *input* è necessario anzitutto definire la precisione della cartografia da cui essi sono acquisiti. Uno dei parametri mediante i quali si definisce la precisione è la tolleranza; essa rappresenta l'errore massimo da cui può essere affetta una misura, sia essa diretta o indiretta (COMMISSIONE GEODETICA ITALIANA, 1973). Si distingue tra tolleranza planimetrica e tolleranza altimetrica. Nello studio qui descritto, con la prima ci si riferisce all'errore nelle coordinate planimetriche di un punto sulla carta, con la seconda all'errore nella quota dei punti isolati. Nella tab. 9 sono sinteticamente riportati i valori di tali tolleranze indicati dalla Commissione Geodetica Italiana (COMMISSIONE GEODETICA ITALIANA, 1973 e 1975) relativamente alle scale delle cartografie utilizzate nel presente lavoro ed alle quali le stesse cartografie si sono attenute (per la cartografia alla scala 1:500 si ritengono applicabili le tolleranze previste per la cartografia alla scala 1:1.000 - Soc. S.A.R.A. NISTRI, comunicazione personale).

TAB. 9 - Tolleranze globali stabilite dalla Commissione Geodetica Italiana

TIPO CARTA	TOLLERANZA PLANIMETRICA	TOLLERANZA ALTIMETRICA
Scala 1:500	≤ 0.4 mm	≤ 0,25 m
Scala 1:1.000	≤ 0.4 mm	≤ 0.40 m
Scala 1:10.000	≤ 0.4 mm	≤ 1.80 m

5. - DIGITALIZZAZIONE DEI DATI

Prima della digitalizzazione vera e propria, è stata operata una selezione dei punti quotati da inserire; sono stati considerati solo i punti interpretati come relativi «al suolo» (compresi quelli nei cortili degli edifici), ignorando quelli relativi agli edifici (cornicioni, tetti) o a elementi strutturali (piazzole, marciapiedi, scalinate) o ai ponti.

La digitalizzazione dei punti quotati per la realizzazione del modello altimetrico è avvenuta mediante tavolo digitalizzatore, a partire dagli elementi e sezioni della restituzione aerofotogrammetrica del Comune di Roma a scala 1:1.000 (per le aree prossime alle mura) e 1:500 (per le aree monumentali) nella versione aggiornata al 1990 (USICS, 1990). Ad integrazione dei dati presenti in quella cartografia, sono stati utilizzati elementi della stessa cartografia relativi all'edizione precedente (USICS, 1980), forniti direttamente dalla Soc. S.A.R.A. NISTRI. Si è trattato complessivamente della digitalizzazione di 36 elementi a scala 1:1.000 e 27 sezioni a scala 1:500, per un totale di 4.600 punti, compresi nei fogli a scala 1:10.000 F. 14, F. 15 e F. 24 del Comune di Roma (COMUNE DI ROMA, 1968). Ad ulteriore integrazione dei punti quotati anzidetti sono stati aggiunti 122 punti tratti dalle sezioni alla scala 1:10.000 (REGIONE LAZIO, 1990), tra i quali sono compresi anche i trigonometrici esistenti nell'area in studio. I dati sono stati memorizzati in coordinate piane nel sistema Gauss-Boaga. La precisione della fase di digitalizzazione corrisponde ad uno scarto quadratico medio per unità cartografica avente un valore medio di 0.008 pollici (unità del tavolo digitalizzatore), corrispondente 0.2 mm. Questo valore, riferito alla scala 1:1.000, indica uno scostamento nella posizione planimetrica di 2 m. Il valore è stato ritenuto accettabile in considerazione del supporto cartografico messo a disposizione dagli Enti competenti (USICS e Soc. S.A.R.A. NISTRI), della scala di restituzione prevista per i modelli cartografici (1:10.000) e della situazione dei dati utilizzati (AMANTI *et alii*, 1995a).

Sempre a partire dalle stesse basi cartografiche sono stati acquisiti il limite dell'area (vedi capitolo II) per definire l'area di esclusione dal TIN ed il contorno (riferito agli argini interni) dell'area del fiume Tevere e dell'Isola Tiberina.

Nel caso di dislivelli osservati superiori ai 10 metri in corrispondenza di elementi subverticali (argini del Tevere, muri di contenimento, muraglioni, ...) sono state individuati e digitalizzati degli elementi lineari di discontinuità (*breakline*) atti a de-

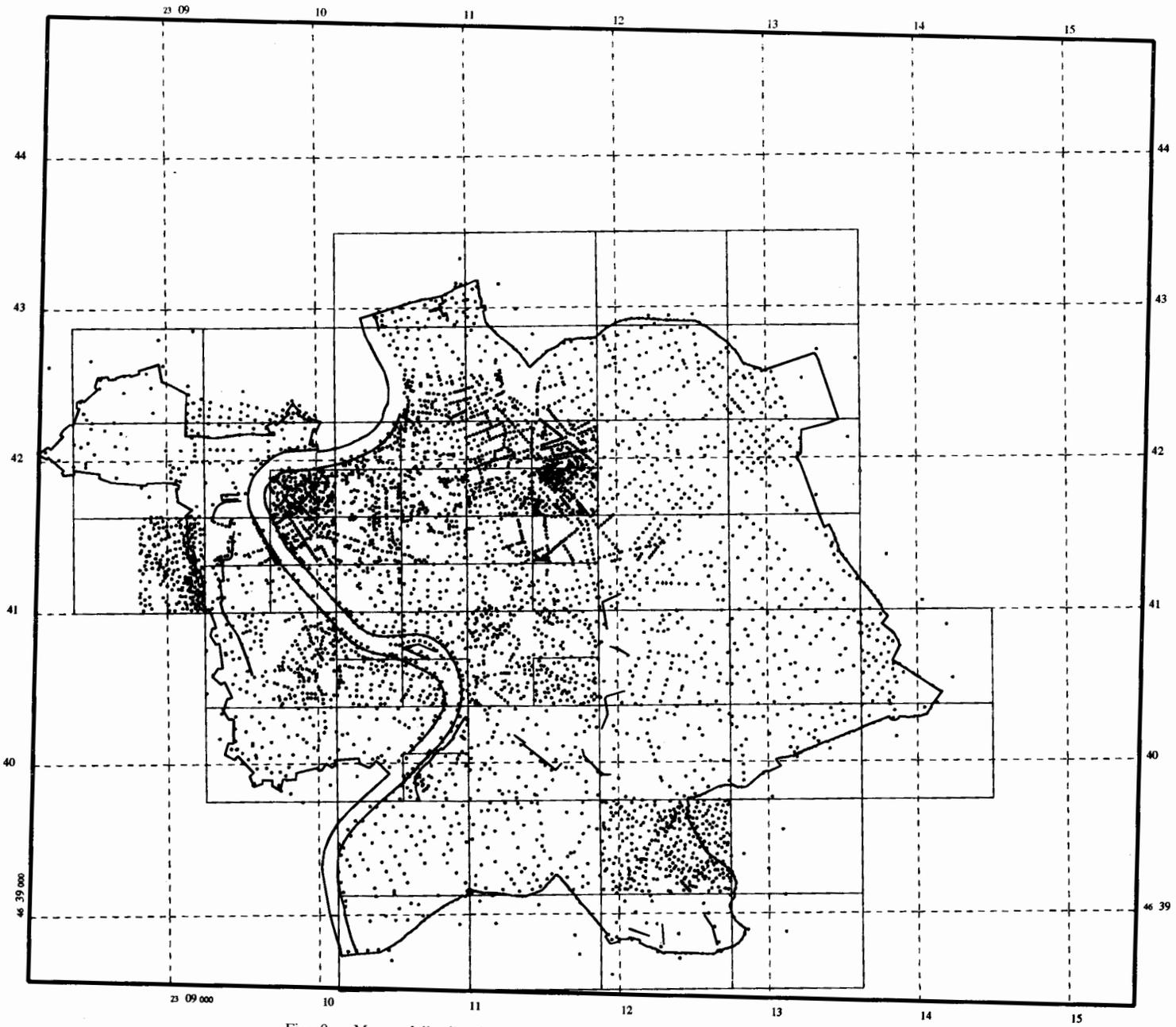


Fig. 8 - Mappa della distribuzione dei dati utilizzati per la generazione del modello.

scrivere l'andamento della superficie in corrispondenza di interruzioni della sua *smoothness*. Nel dettaglio, le *breaklines* sono state introdotte in corrispondenza dell'intero tracciato dei margini esterni dell'argine del fiume Tevere, delle pendici dei rilievi del Pincio, del Colle Oppio, dell'Aventino, del Gianicolo e del Celio e in prossimità di alcune aree archeologiche (Colosseo, Terme di Caracalla, Circo Massimo, Villa Celimontana).

In tab. 10 sono riassunti i dati utilizzati per la generazione del modello.

TAB. 10 - *Dati utilizzati per generare il modello*

TIPO DI DATI	GEOMETRIA	FUNZIONE
punti quotati 1:500/1:1.000	puntuale	nodi della griglia
punti quotati 1:10.000	puntuale	nodi della griglia
fiume con isola	poligonale	imposizione quota costante
dislivelli morfologici	lineare	controllo continuità
mura	poligonale	area di esclusione

6. - DISTRIBUZIONE DEI DATI DI INPUT

In fig. 8 è mostrata sinteticamente la distribuzione dei dati della tab. 8.

Per quanto attiene ai punti quotati, la loro distribuzione irregolare appare evidente, come pure la loro diversa densità per unità di superficie; questo carattere rappresenta una peculiarità del presente studio. Una prima spiegazione la si può trovare nella duplice scala della cartografia utilizzata. Le aree del nucleo storico della città (Campo Marzio, Rione Monti, etc.), sono infatti cartografate con estremo dettaglio (scala 1:500) fino a raggiungere una distribuzione pressoché omogenea dei punti quotati al loro interno. Le aree più periferiche sono cartografate a scala più piccola (1:1.000) e, a parte alcune eccezioni (F24AINE, F14HISE), in esse la distribuzione dei punti risente di almeno altri due importanti fattori. Il principale è senz'altro la densità del tessuto urbano edificato di cui si parlerà più dettagliatamente in seguito. L'altro aspetto è rappresentato dalla presenza di vaste aree archeologiche (i Fori, le Terme, etc.), manufatti come la Stazione Termini, le numerose caserme (come quella di Castro Pretorio), lo Stato della Città del Vaticano, per le quali la cartografia utilizzata era carente di informazioni plano-altimetriche e dove non è stato possibile in questa fase reperire presso le apposite strutture i dati necessari. In questi ultimi casi si è provveduto a integrare i dati originari con quelli

presenti nella cartografia alla scala 1:10.000 della Regione Lazio (REGIONE LAZIO, 1990), per la quale si è verificata la buona congruenza con la cartografia fotogrammetrica del Comune di Roma (USICS, 1980 e 1990).

Nelle figg. 9 e 10 viene mostrato il diverso *pattern* del tessuto edificato presente nel nucleo del centro storico (elemento alla scala 1:500 F15GIVNO-B nella zona di Corso Vittorio Emanuele-Piazza della Chiesa Nuova) e in una sua porzione più decentrata (elemento alla scala 1:1.000 F24AINO nella zona intorno a Viale Aventino).

Nel primo caso il terreno edificato e la superficie reale utile coprono rispettivamente il 52.85% ed il 44.9% dell'area complessiva della carta F15GIVNO-B alla scala 1:500 pari a 136.840 m²; nel secondo caso le proporzioni risultano nettamente diverse rispettivamente con il 18.3% ed il 77.65% dell'area complessiva della carta F24AINO alla scala 1:1.000 pari a 545.569 m² (tab. 11). Nell'intera area in studio il tessuto edificato e la superficie reale utile occupano il 30.5% ed il 66% dell'area complessiva (tab. 11).

TAB. 11 - *Estensione delle tipologie di superfici*

ZONA	EDIFICATO	SUPERF. REALE	FIUME TEVERE
F15GIVNO-B	72.331 m ²	61.440 m ²	3.069 m ²
F24AINO	99.800 m ²	423.676 m ²	
Area Totale	4.491.551 m ² (1)	9.716.959 m ²	509.294 m ²

(1) Fabrizio Brammerini - Servizio Sismico Nazionale, comunicazione personale. Il dato non comprende un'area pari a 521,601 m², esclusa dalla cartografia alla scala 1:500 e 1:1.000, entro cui è compresa l'area di 0,44 km² dello Stato della Città del Vaticano)

Il rapporto dei punti rispetto alle superfici reali nelle tre zone consente una valutazione della distribuzione dei dati disponibili rispetto alla superficie reale da cui generare il modello. Questo dato consente di stimare la risoluzione del modello in termini di distanza media dei punti con riferimento ad una maglia regolare (tab. 12).

TAB. 12 - *Distribuzione dei dati plano-altimetrici sulla superficie reale*

ZONA	NUMERO PUNTI	SUPERF. REALE	RISOLUZIONE (distanza tra punti)
F15GIVNO-B	210	61.440 m ²	17 m
F24AINO	68	423.676 m ²	79 m
Area Totale	4.600	9.716.959 m ²	46 m



Fig. 9 Rappresentazione tratta dalla carta alla scala 1:500 F15GIVNO-B (USICS, 1980 e 1990).

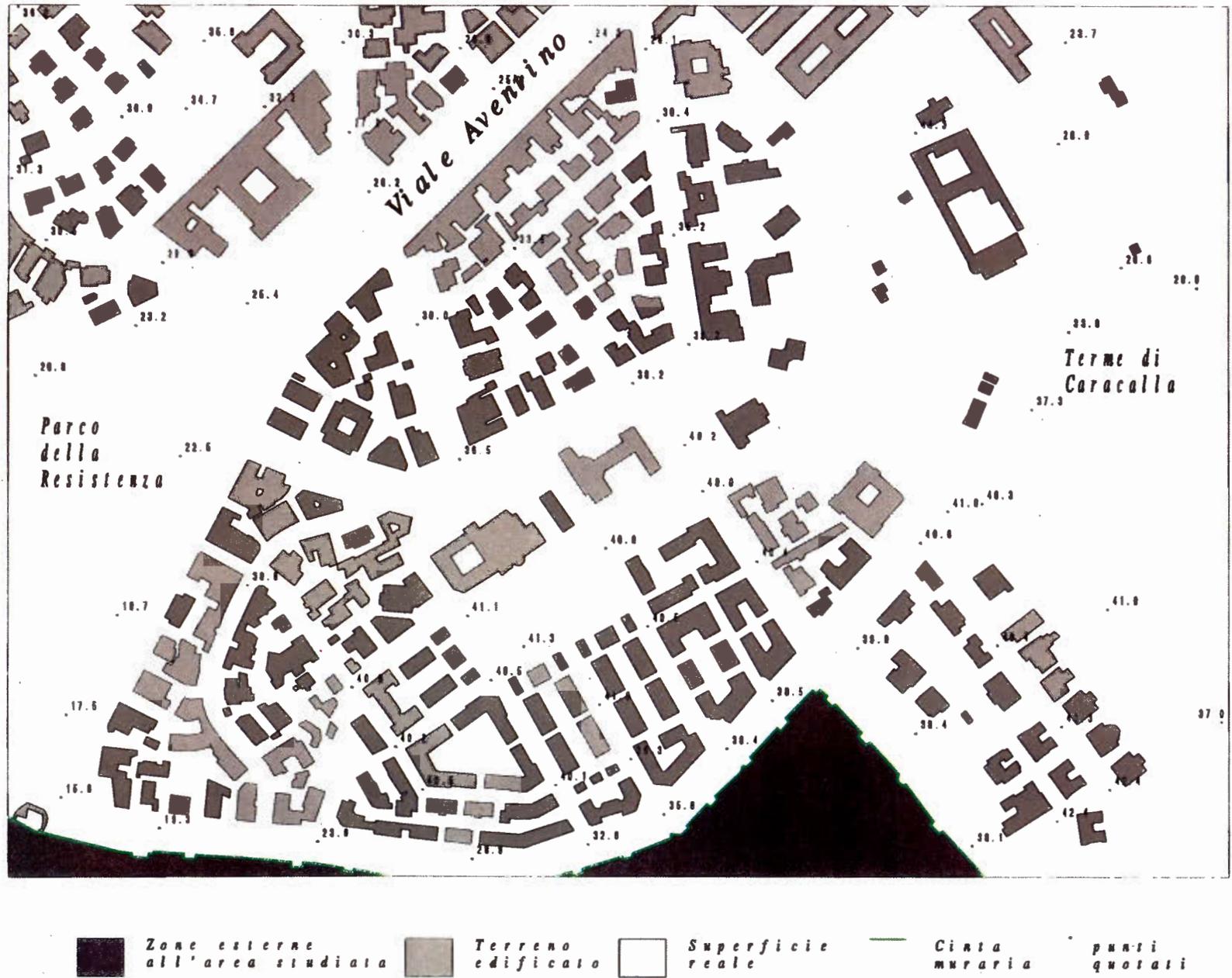


Fig. 10 - Rappresentazione tratta dalla carta alla scala 1:1.000 F24AINO (USICS, 1980 e 1990).

7. – VERIFICA DEL MODELLO

Per la verifica del modello realizzato sono state adottate due diverse metodologie: una ha operato un confronto tra le quote note dei capisaldi delle reti di livellazione e quelle ottenute dal modello generato; l'altra metodologia si è basata sul confronto in una stessa area con alta densità di punti quotati, tra il modello generato e un altro modello generato praticando uno sfoltimento sugli stessi punti.

Per la prima metodologia, sono stati fornite dalla Soc. S.A.R.A. NISTRI, le indicazioni monografiche dei capisaldi delle reti di livellazione geometrica utilizzati per la realizzazione della cartografia alla scala 1:500 e 1:1.000 (USICS, 1980). In base alle indicazioni monografiche i capisaldi sono state ubicati sulla stessa cartografia e digitalizzati con la massima precisione, entro le tolleranze planimetriche prescritte. Il confronto tra la quota altimetrica di livellazione e quella interpolata rispetto al TIN generato, è stato operato utilizzando il metodo di interpolazione *linear* (ESRI, 1992a). Questo tipo di interpolazione considera la superficie come un mosaico continuo di superfici formate da triangoli. La normale ad ogni singola superficie triangolare risulta costante. Il valore di quota è ricavato dall'intersezione di una linea verticale ideale con il piano definito dai tre nodi del triangolo. Utilizzando questo metodo viene annullata l'influenza delle *breaklines*, tuttavia lo scarto rilevato risulta compreso entro 0.5 m tenendo anche conto della tolleranza planimetrica di 0.4 mm sull'ubicazione dei punti, che alla scala 1:1.000 corrisponde a 0.4 metri. Utilizzando il metodo di interpolazione *quintic* (ESRI, 1992a), l'influenza delle *breaklines* non viene annullata, ma si sono riscontrati errori ampiamente superiori al metro.

Per la seconda metodologia è stata presa in esame l'area ricadente nella carta alla scala 1:500 F15GIVNO-B (vedi capitolo VI). Per quest'area è stato generato un nuovo TIN operando uno sfoltimento dei punti. Lo sfoltimento è stato effettuato utilizzando la *proximal tolerance* nel comando per creare il TIN (ESRI, 1992a). Questa tolleranza è definita come la distanza minima in unità del sistema di proiezione adottato, che separa tutti i punti sul piano orizzontale. Il TIN di riferimento utilizza il valore predefinito che è prossimo allo 0. Per il nuovo TIN è stata introdotta una tolleranza pari a 46 m (vedi tab. 12), pari alla risoluzione media dell'intera area in studio. Con questa tolleranza il numero dei punti per superficie si riduce a 29 ri-

spetto ai 210 originali (vedi tab. 12). Una volta generato il nuovo TIN, si sono misurate le quote interpolate dei punti originali rispetto a questa nuova superficie, procedendo con lo stesso metodo sopradescritto. Lo scarto medio rilevato è di 0.8 m, tenendo conto delle tolleranze planimetriche già specificate. Un certo grado di incertezza viene introdotto dal procedimento di applicazione della tolleranza da parte del *software*. Infatti se vengono individuati due o più punti entro la tolleranza prescritta, viene preso in considerazione per le successive elaborazioni solo il primo (ESRI, 1992a). Questo criterio non tiene conto del significato spaziale del punto e riduce la significatività della conseguente modellazione del territorio. L'introduzione di «pesi» statistici ai punti e la successiva rigenerazione del TIN con l'aggiunta dei punti aventi un «peso» superiore ad un limite stabilito ed eventualmente omessi, consente di generare un modello di verifica più significativo.

Dal TIN verificato si è proceduto a generare un modello in formato *raster* consistente in una matrice rettangolare di punti spaziatosi secondo un intervallo campionario costante sia nella direzione delle x che delle y. Nel lessico del *software* utilizzato questo modello viene definito *lattice*. Il *lattice* è stato utilizzato solamente per generare delle rappresentazioni cartografiche.

8. – RISULTATI CONSEGUITI E APPLICAZIONI

Numerosi sono i prodotti che possono essere derivati da un modello digitale di elevazione del terreno. In letteratura sono disponibili dettagliati elenchi, comprensivi di ampie descrizioni (BROUGH, 1986). Per questo studio ci si è soffermati sulla generazione di una cosiddetta *shaded relief map*. Queste carte mostrano con grande efficacia il carattere tridimensionale di una porzione di territorio. In particolare si è adottata una tecnica che combina l'effetto di ombreggiatura simulato dalla presenza di una fonte luminosa in una specifica posizione, con la suddivisione mediante una scala cromatica del terreno in fasce altimetriche. La tecnica prevede la visualizzazione simultanea di più *lattices* secondo un determinato modello di colore. Nel caso in esame è stato adottato il modello di colore HSV - *Hue Saturation Value* (ESRI, 1992a). Ogni *lattice* costituisce una delle componenti del modello di colore: la tinta (*hue*) è data da un *lattice* che suddivide l'area in classi di elevazione; la percentuale di saturazione

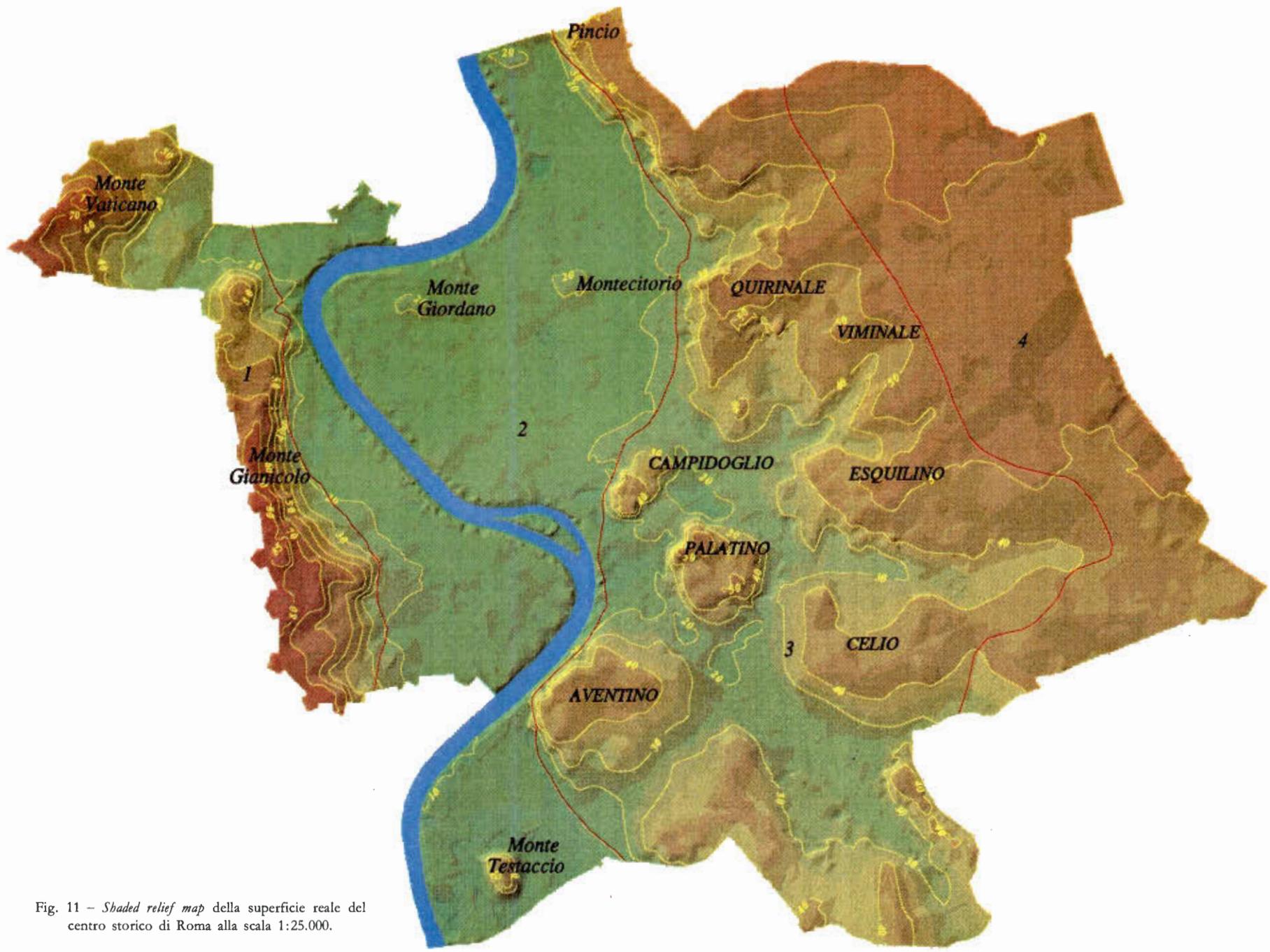


Fig. 11 - *Shaded relief map* della superficie reale del centro storico di Roma alla scala 1:25.000.

(*saturation*) è data da un *lattice* avente un valore costante appositamente scelto; la percentuale di bianco nel colore (*value*), infine, è data da un *lattice* che esprime l'angolo di inclinazione della luce solare necessario per produrre l'effetto di ombreggiatura. Per caratterizzare in senso quantitativo tali fasce altimetriche è stata aggiunta la rappresentazione semplificata (equidistanza 10 m) delle curve di livello, ricavate anch'esse dal modello digitale originario.

La mappa finale alla scala 1:25.000 (fig. 11) è stata arricchita con alcune indicazioni toponomastiche relative ai maggiori rilievi presenti nel centro storico di Roma.

Il potenziale informativo di questa carta è tale da rendere agevole l'identificazione e descrizione dei seguenti quattro «domini morfologici»:

1) dorsale M. Mario - Gianicolo - Monteverde, di cui nell'area in studio sono presenti i soli rilievi del M. Vaticano e del Gianicolo. Il dominio, corrispondente ad una zona di alto strutturale, è caratterizzato da notevoli dislivelli (le quote variano dai 90 ai 20 m s.l.m.) e rare, ma profonde incisioni lungo i versanti. Il margine orientale mostra una corrispondenza diretta con la geologia di superficie;

2) F. Tevere e relativa piana alluvionale, di cui nell'area di studio sono visibili le due anse tra cui è compresa l'isola Tiberina. L'area in questione, fino al secolo scorso in più punti paludosa, è direttamente riferibile alla corrispondente unità geologica ed è caratterizzata da un andamento subpianeggiante con quote intorno ai 10 m s.l.m.. Essa contiene inoltre rilievi artificiali, tra i quali, degni di nota, il Monte Testaccio, Montecitorio e Monte Giordano. Il primo deve la sua origine allo scarico dei rottami delle anfore dei magazzini annonari di Roma; l'ultimo è generato dalle rovine della fortezza di Giordano Orsini di cui parla anche Dante;

3) «sette colli» (Palatino, Esquilino, Quirinale, Viminale, Celio, Aventino, Campidoglio), interamente compresi nell'area in studio. Il dominio è caratterizzato da modesti rilievi, tra i 20 e i 50 m s.l.m., di cui alcuni completamente obliterati dall'azione antropica ed altri come il Campidoglio ed il Palatino, evidenziati dalla presenza di scarpate bordiere subverticali, conservatesi nel tempo. Le parti sommitali sono in genere tabulari, in quanto corrispondenti alla superficie superiore di colate piroclastiche o ai sedimenti fluvio-lacustri dell'Unità Aurelia, stratigraficamente successivi;

4) dominio orientale, costituito principalmente dai prodotti piroclastici dell'attività albana e sabati-

na. Il dominio è caratterizzato da versanti poco acclivi e dolcemente degradanti verso il F. Tevere con quota media intorno ai 40 m s.l.m.. Quest'area, anche se litologicamente omologa alla precedente, se ne distingue in quanto ha risentito in misura minore dell'azione morfogenetica del fiume Tevere e dei suoi tributari.

La realizzazione di un modello della superficie reale del centro storico di Roma ha reso inoltre disponibile una superficie di riferimento aggiornabile per l'omogenea l'ubicazione tridimensionale dei sondaggi archiviati nel relativo *database* (CARA & PROSPERI, 1995). La procedura di riferimento a questa superficie si è articolata in una prima fase in cui l'ubicazione originale dei sondaggi (AMANTI *et alii*, 1995a; CARA & PROSPERI, 1995) è stata riportata sulla stessa cartografia alla scala 1:500 e 1:1.000 utilizzata per acquisire i punti quotati (USICS, 1980 e 1990). Successivamente, in corrispondenza di ogni posizione planimetrica è stato calcolato il valore di quota interpolato (vedi capitolo VII) rispetto alla superficie realizzata. Tale valore è stato aggiunto a quello già disponibile, fornito dal realizzatore dello scavo, spesso assente o approssimato.

La correlazione così generata tra il modello della superficie e i dati dei sondaggi costituisce il fondamento di tutte le successive elaborazioni analitiche. Tra esse va sottolineata la mappatura dei riporti e la generazione della corrispondente superficie, essa, tra l'altro, rappresenta la superficie di riferimento della carta geologica.

La generazione di ulteriori superfici a partire dalla correlazione dai dati discreti dei sondaggi rende possibile la stima di volumi e degli spessori delle varie unità e la generazione di modelli di elevazione previsionali di superfici sepolte.

9. – CONSIDERAZIONI FINALI

Con il modello realizzato, il ragguardevole corredo di raffigurazioni cartografiche della città di Roma si è arricchito di una nuovo prodotto. Il modello digitale della superficie reale del centro storico presentato, supera le modalità cartografiche icnografiche e plastigrafiche tradizionali (COMUNE DI ROMA, 1991) e amplia la prospettiva della cartografia numerica; essa viene orientata verso una maggiore attenzione all'ambiente fisico della città nonché alla gestione quantitativa dei dati del sottosuolo per la generazione di modelli interpretativi ed evolutivi.

In sintesi, si è dimostrata la fattibilità di generare un modello digitale di elevazione in un'area urbana. Un siffatto modello si presta efficacemente a rappresentare in modo flessibile le continue evoluzioni del rilievo della città nella prospettiva del suo inserimento in una banca dati del sottosuolo. Esso, inoltre, costituisce un riferimento geometrico comune di semplice utilizzazione per i dati del sottosuolo, consentendone una omogeneizzazione in senso spaziale. L'uso del modello inoltre resta aperto all'integrazione con tutte le altre possibili basi di dati georeferenziati. Tra i prodotti derivati dal modello si è potuto dimostrare attraverso una particolare elaborazione di una *color shaded relief map*, la

capacità di rappresentare da un punto di vista morfologico il territorio.

In prospettiva, l'allargamento dell'area in studio alla cerchia del G.R.A. e l'integrazione con i relativi dati numerici del sottosuolo e di superficie consentiranno di disporre di un potente strumento di conoscenza, di analisi e di supporto alla decisione relativamente all'ambiente fisico urbano romano.

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento, tra gli altri, ad Antonio VALENTINO e Stefano CAPUTO per la collaborazione all'informatizzazione dei dati.