

I fattori di pericolosità e lo sviluppo urbano

Geological features, hazard and urban development

R. FUNICIELLO*, P. COLOGGI**

Rome area was developed across areas with peculiar geological and geomorphological features. Attention and strategy within the long and continuous urban development were not constant not appropriate. Consequently the city was exposed to natural risk in different and peculiar ways throughout Rom's long history. Damage produced are different, spreaded in separated sectors of the city showing the absolute need in the near future to carry out a development everywhere connected within geological and geomorphological local features.

La città di Roma si è sviluppata in un ambiente naturale condizionato da fattori sia molto favorevoli sia limitativi, che hanno provocato e permesso la continuità di uno sviluppo a volte virtuoso, ma anche provocato rilevanti e continui danni.

La storia degli eventi naturali può avere un'originale lettura attraverso l'attenta osservazione della parte monumentale, in gran prevalenza nel Centro Storico, della città storica, ed infine della città moderna fino alle aree delle municipalità più periferiche.

Roma moderna può essere preliminarmente suddivisa in quattro zone distinte (fig. 1) per carat-

teristiche geologiche, per modalità di evoluzione dello sviluppo urbano e per differenti tipologie della pericolosità dell'ambiente naturale.

Nella tabella 1 sono riportati i diversi fattori di pericolosità geologica della città, i tempi di ritorno, cioè le frequenze temporali e le parti urbane che da tali eventi risultano coinvolte.

Il loro prodotto consente una prima valutazione dei differenti rischi che riguardano la città e delle caratteristiche dello sviluppo urbano che hanno portato alla definizione della città attuale.

Le aree subsidenti sono quelle costituite da depositi alluvionali recenti del Tevere e dei suoi

* Università degli Studi "Roma TRE" - Dipartimento di Scienze Geologiche, L.go San Leonardo Murialdo, 1 - Roma

** Direttore Ufficio extradipartimentale della Protezione Civile - Comune di Roma - Piazza di Porta Metronia, 2 - 00183 Roma; p.cologgi@comune.roma.it

Tab. 1 - Fattori di pericolosità incidenti nel territorio della città di Roma: le aree urbane sono suscettibili a differenti fenomeni di pericolosità naturale strettamente in funzione della loro posizione geografica, altimetrica, ma soprattutto geologica.

- *Hazard factors, recurrence time, urban sectors of Rome and their occurrence related to geological and geomorphological nature.*

Fattori di pericolosità	Tempi di ritorno	Settori della città
Subsidenza	Processo continuo	Aree alluvionali (eccetto Centro Storico)
Frane di versante	100 anni	Versante destro della valle del Tevere, Municipi XVI e XIX
Frane da crollo, cavità/sink holes	2 anni	Versante sinistro della valle del Tevere, Municipi IV, VI e VIII
Alluvioni fluviali	30 anni	Intera città compresa tra le quote 15-10 slm
Eventi climatici estremi	1 anno	Intera città
Mareggiate, trombe d'aria, maremoti	1 anno	Municipio XIII, Ostia Lido di Roma
Salinizzazione delle falde, inquinamento falde	Processo continuo	Municipio XIII, Ostia Lido di Roma
Depauperamento falde	Processo continuo	Intera area sud-est della città
Terremoti e scuotimenti anomali	100 anni/30 anni	Intera area urbana sviluppata su depositi alluvionali recenti
Idrotermalismo e fluidi profondi, Radon	Processo continuo	Municipi IX, X, XII

affluenti. Il processo si manifesta con un abbassamento ancora attivo nelle parti periferiche e concluso nel Centro Storico, ove il carico degli edifici e dei monumenti ha esercitato da alcune centinaia di anni (e per alcuni luoghi da migliaia di anni) un'azione continua che ha di fatto modificato le proprietà geotecniche d'origine dei terreni superficiali, come confermato anche dai dati analitici, dalle misure geodetiche dai più recenti dati da *remote sensing*.

Le frane rotazionali sono caratteristiche dei margini rilevati della parte della città che si affaccia sulla valle del Tevere. Tali processi si verificano quando non vengono rispettate le delicate condizioni idrogeologiche sia del versante destro (p. es. dai rilievi di Belsito, Monte Mario, Colle Vaticano e della dorsale Gianicolo-Monte Verde) che, in misura minore, del versante sinistro.

I casi dei fenomeni franosi rotazionali nel versante destro sono più ricorrenti, più rilevanti e pericolosi p. es. il caso di Monte Mario, in via Labriola o il caso di Monteverde, in via U. Bassi, associati ai terreni argillosi e sabbiosi plio-quaternari.

Le frane da crollo sono dovute al distacco di parti più competenti e più resistenti dei versanti che, specie in riva sinistra, limitano il plateau vulcanico verso la valle del Tevere (rilievo del Pincio, Colle Capitolino).

Tab. 2 - Fattori di rischio nei diversi domini geologici dell'area romana, in epoca storica (in nero) ed attuale (in arancio).
- *General risk assessment within zones within the Aurelian wall: historical time (black) and contemporaneous (orange).*

Fattori d'impatto	Riva destra (Dorsali di Vigna Clara, Monte Mario, Città del Vaticano e Gianicolo)	Valle alluvionale del Tevere	Riva sinistra (estensione dei Sette Colli)
Rischio sismico	Nulla Basso	Medio-basso Medio-alto	Medio-basso Medio-alto
Rischio idrogeologico (frane e dissesti)	Medio-basso Medio-alto	Nulla Nulla	Basso Medio
Rischio idraulico	Nulla Nulla	Medio-alto Medio-basso	Nulla Nulla
Disponibilità di risorse idriche locali	Scarse Non utilizzabili	Sufficienti Non utilizzabili	Buone Non utilizzabili
Disponibilità di materiali per l'edilizia	Buone (argille) Non utilizzabili	Buone (ghiaie) Non utilizzabili	Buone (tufi e lave) Non utilizzabili
Condizioni microclimatiche	Buone Buone	Insufficienti Sufficienti	Discrete Buone
Condizioni di "sicurezza"	Insufficienti ---	Insufficienti ---	Buone ---
Condizioni di accessibilità	Scarse Insufficienti	Buone Buone	Discrete Buone

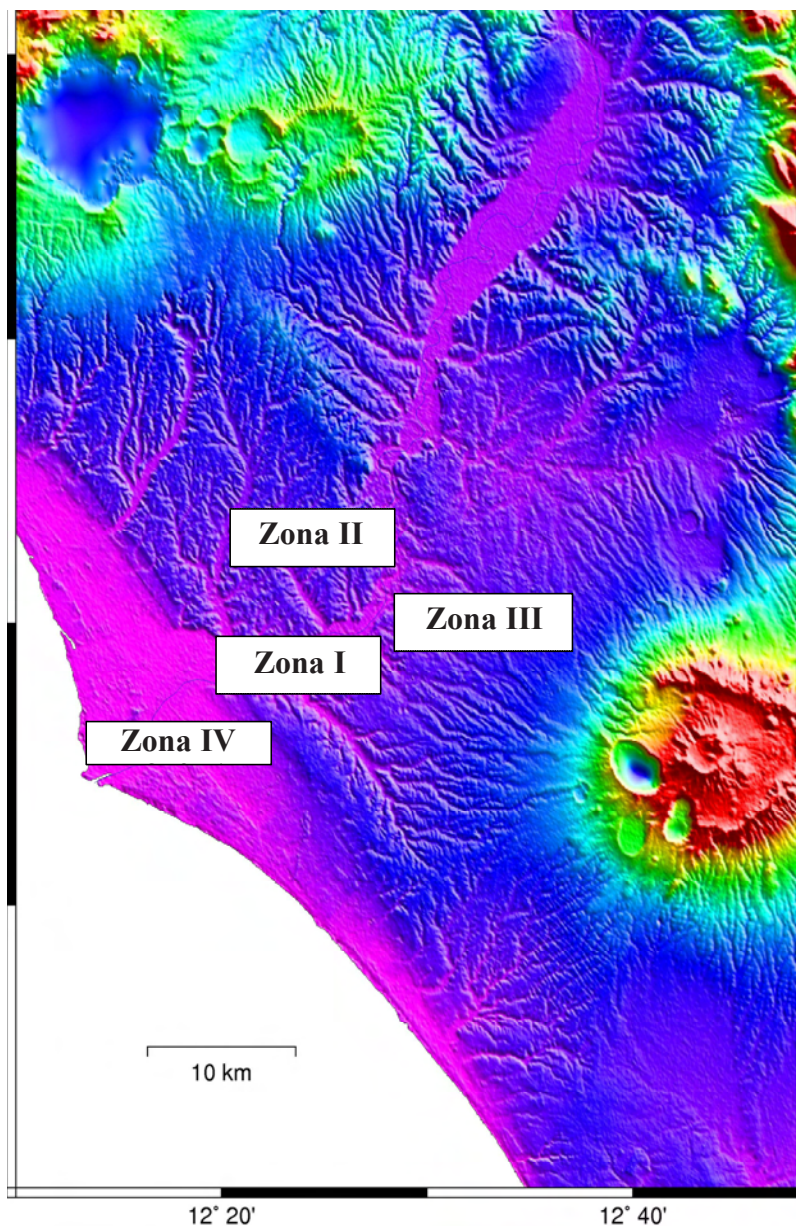


Si tratta di processi molto localizzati il cui equilibrio viene pregiudicato dall'azione antropica che si manifesta con la realizzazioni di cavità per deposito o residenza precaria, o nel passato per attività estrattiva di materiali lapidei, come nel recente caso lungo il versante occidentale del Colle di Monti Parioli ove nel dicembre del 2007 si sono generati processi di crollo.

Le alluvioni fluviali sono state uno dei processi naturali più dannosi e pericolosi per la città. Il regime fluviale medio del Tevere può passare in tempi

molto ristretti da alcune centinaia di m^3/sec a oltre $2000 m^3/sec$ e raggiungere ogni duecento anni valori eccezionali sino a $4000 m^3/sec$. L'attuale sistemazione idraulica del bacino del Tevere a monte di Roma rende meno probabile il verificarsi di questo evento estremo che sarebbe di gran lungo il più pericoloso per la città.

La sistemazione idraulica dell'intero bacino fluviale ha peraltro modificato a tal punto i valori del trasporto torbido del fiume da depauperare progressivamente le piccole spiagge fluviali lungo



Zona I

Valle alluvionale del Tevere: dal danneggiamento dei monumenti nel centro storico (amplificazione sismica locale) al caso attuale di via Giustiniano Imperatore (subsidenza)

Zona II

Area in destra idrografica del Tevere corrispondente con il rilievo principale della città i cui margini mostrano problemi di stabilità delle formazioni rocciose

Zona III

Plateau vulcanico e rischio legato ad emissione/radiazione di gas naturali e cavità antropiche diffuse

Zona IV

Delta del Tevere e sviluppo urbano recente, problemi relativi ad erosione della costa, depauperamento e salinizzazione

Fig. 1 - Suddivisione del territorio del comune di Roma in quattro zone differenti per caratteristiche geologiche, geotecniche e geomorfologiche, che hanno determinato l'incidenza di specifiche pericolosità per ciascun settore e hanno indirizzato la crescita urbanistica della città nel corso della storia.
- Rome administrative district area may be divided in 4 main geological, geomorphological and geotechnical zones. Each one has peculiar development within the history; natural features produced specific hazard components.

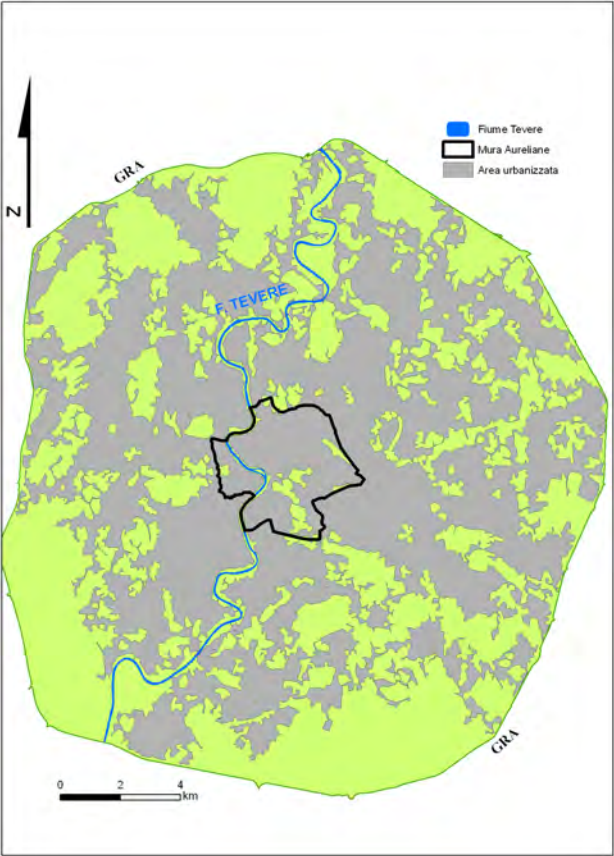


Fig. 2 – Estensione delle aree urbanizzate all’interno del G.R.A.
- Urban development and natural area’s within G.R.A. beltway.

l’area deltizia e l’antistante litorale con gravi problemi di mantenimento dell’ambiente di spiaggia e con l’innesco di processi erosivi accelerati sui ponti e sulle opere di contenimento del fiume.

Gli eventi climatici estremi sono principalmente costituiti da piogge di più giorni consecutivi tipiche dei periodi autunnali e invernali. Le parti della città nelle quali i sistemi di drenaggio sotterraneo non sono completamente efficienti e le acclività naturali molto ridotte sono quelle sottoposte a maggiore pericolo, così come le aree in cui è forte l’impermeabilizzazione del suolo dovuta al progressivo aumento delle aree costruite ed asfaltate

L’area ostiense è sottoposta al pericolo delle mareggiate che pregiudica ulteriormente il mantenimento del prezioso litorale. Le trombe d’aria si verificano alla fine del periodo più caldo quando sono molto forti i gradienti termici tra terra e mare. Possono costituire un fattore molto rilevante di pericolo, specie se non è conclusa la stagione balneare.

Maremoti di dimensioni contenute si possono generare dai centri sismici presenti off-shore che storicamente non hanno avuto valori peraltro rilevanti (l’ultimo nel 1919, Anzio) in periodi nei quali peraltro il litorale non era sede di turismo balneare. La configurazione della città non rende tale fat-



Tab 3 - Distribuzione litologie all’interno del Grande Raccordo Anulare.

Distribuzione litologie nel settore urbanizzato all’interno del GRA.

Distribuzione litologie nel settore non urbanizzato all’interno del GRA.

- Lithologic distribution within G.R.A. beltway is showing the not sufficient care devoted to natural features in the urban development; no correlation is visible between the lithological distribution within the G.R.A. and the urban development.

	Distribuzione litologie all’interno del Grande Raccordo Anulare		Distribuzione litologie nel settore urbanizzato all’interno del GRA		Distribuzione litologie nel settore non urbanizzato all’interno del GRA	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Depositi Olocenici (a)	85.6	24.9	38.5	21.9	47.1	28.0
Depositi Vulcanici (b)	213.3	62.0	117.2	66.7	96.2	57.2
Depositi Continentali (c)	43.2	12.6	18.7	10.7	24.5	14.6
Depositi Marini (d)	1.6	0.5	1.3	0.7	0.3	0.2
TOTALE		100.0		100.0		100.0

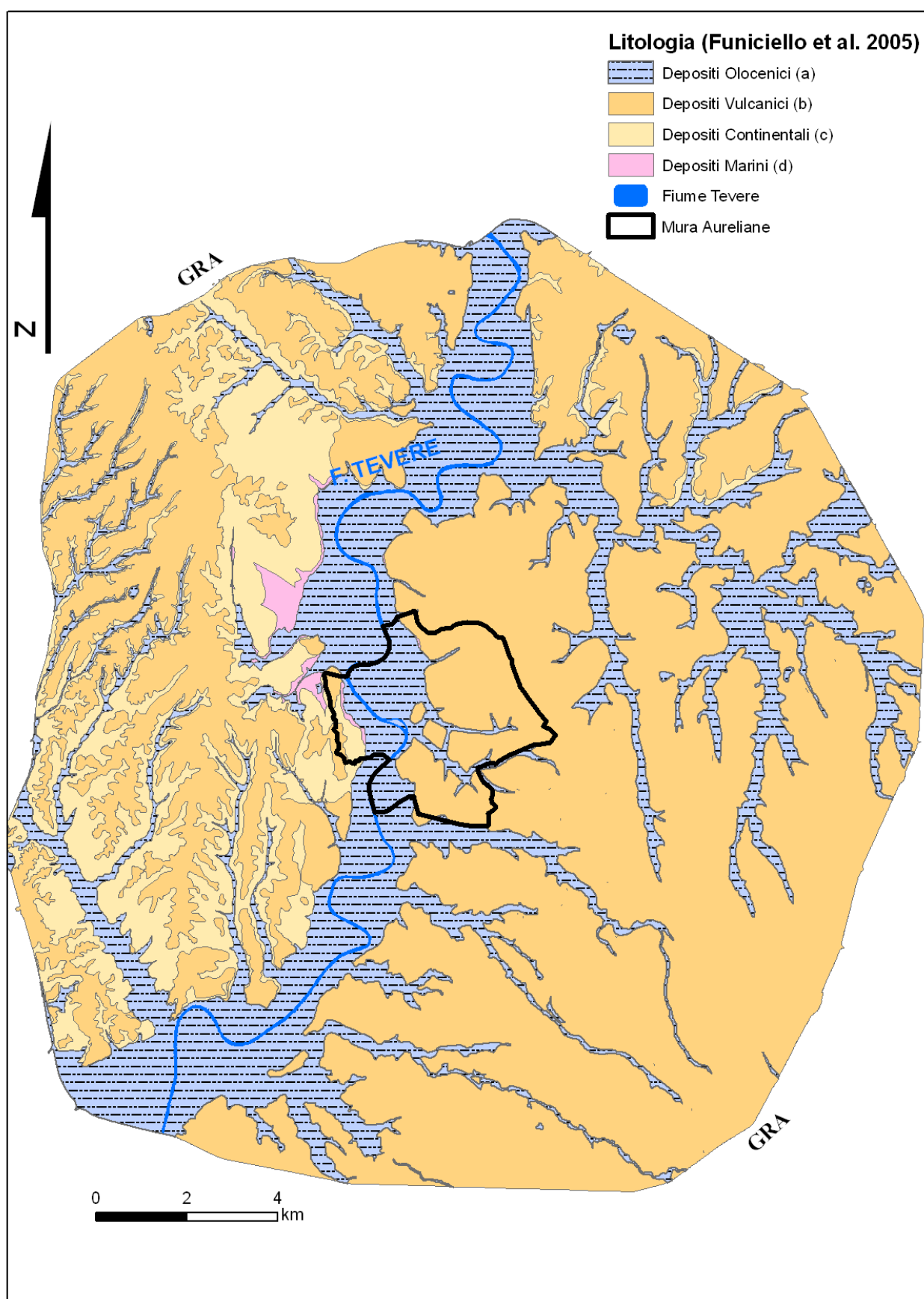


Fig. 3 – Carta geologica semplificata dell'area romana all'interno del G.R.A.
 - Simplified geological map of Roma area inside the G.R.A. beltway.

tore particolarmente rischioso, per cui sarebbe forse sufficiente la conoscenza di norme elementari di comportamento da parte degli operatori e dei turisti.

L'area ostiense è inoltre sottoposta ad un progressivo depauperamento e salinizzazione degli acquiferi con grave pericolo per la rilevante flora locale (pineta e parchi) e necessita di disporre di un monitoraggio continuo conforme a quello, per esempio, realizzato per la città di Berlino.

L'inquinamento delle falde romane è principalmente opera di locali, ma non per questo meno dannose, azioni di scarico non controllate (oli esausti, liquami vari). Si tratta in definitiva della perdita di una risorsa strategica che potrebbe, nell'immediato futuro, essere fondamentale per la cura del patrimonio verde della città.

L'eccessiva e non controllata captazione dei livelli acquiferi produce, specie nelle aree urbane meridionali, un preoccupante abbassamento dei livelli di falda (fino a 50ml) che potrebbero pregiudicare definitivamente tale risorsa.

Nelle aree del Centro Storico i livelli di falda tendono al contrario a crescere, principalmente in relazione alla realizzazione dei muraglioni lungo il corso urbano del Tevere.

Un altro problema è costituito dall'effetto sui livelli acquiferi delle infrastrutture nel sottosuolo (metropolitana e sottoservizi); per tale problema e per l'eventuale recupero della risorsa deve essere progettata una procedura ad hoc.

La recente introduzione dell'area comunale romana tra quelle sottoposte ai vincoli della edilizia antisismica (seppur, come giusto, nelle categorie con prescrizioni più limitate) non risolve il caso degli edifici lesionati del centro storico o della Città Storica per i quali, specie per quelli delle aree alluvionali recenti, si ritiene non rinunciabile e urgente l'intervento per la valutazione delle condizioni statiche, delle opere di adeguamento e della loro immediata realizzazione.

Le condizioni geologico-strutturali particolari della città fanno sì che vi si trovino aree con anormale emissioni di gas (principalmente CO₂ e secondariamente H₂S e Radon), la cui pericolosità può essere limitata con prescrizioni sistematiche nella edificazione (specie di locali interrati) e con vincoli rigidi per la realizzazione di perforazioni, scavi e trincee in aree da definire rapidamente sulla base delle nozioni attualmente disponibili.

Le variazioni nel tempo dei fattori di rischio dipendono in gran prevalenza dalle variazioni del *valore esposto*. Nella tabella 2 tale valore viene considerato in funzione del tempo. Si mette in evidenza cioè come le condizioni di rischio siano sostanzialmente modificate rispetto al passato.

Lo sviluppo dell'attuale area urbana, considerata all'interno del GRA, (fig. 2), mostra che circa il 44,0 % dell'intera estensione è urbanizzata. Se si confronta l'"urbanizzato" con una carta geologica semplificata alle quattro macro-tipologie di terreni affioranti (fig. 3: depositi olocenici, depositi vulcanici, depositi continentali, depositi marini), si nota che vi è una differenza minima tra le percentuali della città realizzate nelle quattro tipologie geologiche e l'estensione complessiva di tali terreni (costruiti e ancora naturali) (tab. 3).

E' evidente pertanto che nel corso del '900 c'è stata un'attenzione molto marginale alle condizioni geologiche del contorno nello sviluppo moderno della città. Bisogna dunque ricordare che la recente approvazione del nuovo Piano Regolatore Generale recepisce l'informazione geologica.

Tale fatto dovrà in futuro far considerare la delicatezza e la sensibilità delle nuove aree da urbanizzare, le specifiche condizioni geologiche e geomorfologiche locali, la non convenienza a procedere ad un ulteriore sviluppo del processo di urbanizzazione pervasivo e a "macchia d'olio", eredità di un passato recente molto lontano dalla tradizione di una delle capitali storiche del mondo.

