

I dati: il caso di Roma

AMANTI M. (*), CRESCENZI R. (**), MARRA F. (***), PECCI M. (*),
PIRO M. (**), SALVI S. (****), VALLESI R. (**)

1. - INTRODUZIONE

Come già detto nella presentazione del volume, l'avvio di studi di dettaglio sulla geologia della città di Roma da parte del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università «La Sapienza» di Roma (DST_UR) può essere fatto risalire al 1985 (ARECCO, 1985; D'INCECCO, 1985). In quell'anno il DST_UR instaurò una collaborazione con il CRE Casaccia dell'ENEA per lo studio delle problematiche geologiche inerenti alla stabilità ed alla sicurezza sismica delle aree monumentali e archeologiche del centro storico della città. Una parte rilevante di tale progetto consisteva nello studio di dettaglio della geologia del sottosuolo.

Grazie anche al fondamentale lavoro di Ventriglia (VENTRIGLIA, 1971) si era già consapevoli del fatto che i complessi andamenti delle superfici limite tra le varie unità litostratigrafiche (superfici strutturali) nel sottosuolo di Roma, non potevano essere ricostruiti senza un'attenta analisi di numerosi dati di sondaggio. Venne quindi deciso di avviare una raccolta estensiva di dati del sottosuolo attraverso tutti i soggetti pubblici e privati che potevano avere a disposizione tali informazioni.

Le stesse attività venivano autonomamente svolte negli stessi anni anche dal Servizio Geologico della Provincia di Roma, che per finalità principalmente di tipo applicativo, richiedeva ufficialmente la collaborazione di vari enti pubblici e di privati. Tra questi venne stabilito un canale di collaborazione preferenziale con la V Ripartizione del Comune di Roma che, nel corso degli anni, ha messo

a disposizione tutti i dati relativi a campagne di sondaggi e relative analisi geotecniche provenienti dal suo archivio.

Data la mole di dati raccolti fu sentita l'esigenza da parte di entrambi gli Enti di informatizzare gli archivi dei dati, per facilitarne sia la gestione che l'analisi, dato anche il potenziale di incremento dell'archivio stesso (è stimabile nell'ordine delle centinaia il numero di sondaggi eseguiti annualmente nel sottosuolo di Roma).

L'informatizzazione dei dati procedette con modalità diverse, essendo tali anche le finalità dei due gruppi di ricerca. L'Istituto Nazionale di Geofisica (ING) elaborò, insieme al DST_UR, le procedure di codifica e digitalizzazione dei dati litologici e stratigrafici. Si arrivò quindi alla realizzazione di un archivio e di un *software* dedicato all'analisi dei dati per scopi principalmente di cartografia geologica e strutturale (FUNICIELLO *et alii*, 1987). Il Servizio Geologico della Provincia di Roma creò invece un archivio per la gestione dei dati geologico-tecnici, per implementare il quale fu scelto il programma dBASE IV, per la larga diffusione e la facilità d'uso.

Successivamente, il Progetto Roma si sviluppò fino ad assumere una fisionomia di maggiore respiro, in cui l'esigenza di approfondire le conoscenze sui caratteri fisici del territorio cittadino veniva soddisfatta con la richiesta di collaborazione a numerosi enti pubblici, operanti a vario titolo nelle scienze della terra. In particolare il Servizio Geologico Nazionale, ponendosi come punto di riferimento istituzionale per le attività di servizio in questo settore,

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

(**) Servizio Geologico della Provincia di Roma.

(***) Dipartimento Scienze della Terra - Università «La Sapienza» - Roma.

(****) Istituto Nazionale di Geofisica - Roma.

si impegnò nella progettazione e realizzazione di una banca dati di sottosuolo completa, assumendosi il compito di uniformare ed integrare gli archivi preesistenti.

2. - ACQUISIZIONE E CODIFICA

I dati di sottosuolo provengono per la quasi totalità da sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti da vari enti e società pubbliche e private (tab. 1) che hanno operato nell'area romana nel corso degli ultimi 30 anni. Molte migliaia di log stratigrafici e parecchie centinaia di analisi geotecniche sono state raccolte grazie alla generosa disponibilità e talora alla fattiva collaborazione degli

enti interpellati. Questi ultimi hanno evidentemente riconosciuto, con visione lungimirante, il ruolo che le università e gli enti di ricerca scientifica hanno nella elaborazione di modelli interpretativi che siano di supporto alla soluzione di problemi applicativi. Questo clima di collaborazione, nato dall'autonoma iniziativa dei singoli ricercatori, ha ispirato anche lo svolgimento di attività congiunte e lo scambio di dati tra le amministrazioni pubbliche locali (Comune e Provincia di Roma) e statali (Servizi Tecnici Nazionali).

Nella fase di acquisizione dei dati un fattore di grande importanza è l'ubicazione del sondaggio (fig. 1), soprattutto per quello che riguarda la quota assoluta del boccapozzo che dovrebbe essere misurata con la precisione del metro per mantenere una

TAB. 1 - *Fonti principali dei dati del sottosuolo di Roma (SGN, ING e SGP)*

SOCIETÀ	ENTI PUBBLICI	STUDI PROFESSIONALI	TESI
S.T.G.I	SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE - LEX 464/84	LOMBARDI	RUGHI
GEOSONDA (dott. Ricci)	PROVINCIA DI ROMA SERVIZIO GEOLOGICO	TECGEA-VINCENZI	D'INCECCO
IRCAP-SONDEDILE	COMUNE DI ROMA V RIPARTIZIONE	CASELLI	ARECCO
GEOTEST - NAPCO	E.N.E.L.		LORIA
GEOTEST	A.C.E.A.		MARRA
COGEO	A.N.A.S.		
S.C.O.T.	I.A.C.P.		
EUROFONDAZIONI	FERROVIE DELLO STATO		
METROROMA			
GEOTEVERE			
GEOCONSULT			
TECNOSOL			
PRO.IND			
ISIDORI			
S.I.G.			
SONDEDILE			
BENOTO ITALIANA			
EUROPALI			
GTS			
SILP - UNIGEO			
GEOPROGET			
GEOSUD			
IMPRESA ROMALDI			
IRCAP			
SIPAC			
NUOVO PIGNONE			
GEOCONSUL			
RODIO			
I.B.F.			
INTERGEO			
FONDEDILE - Napoli (ing. Di Girolamo)			

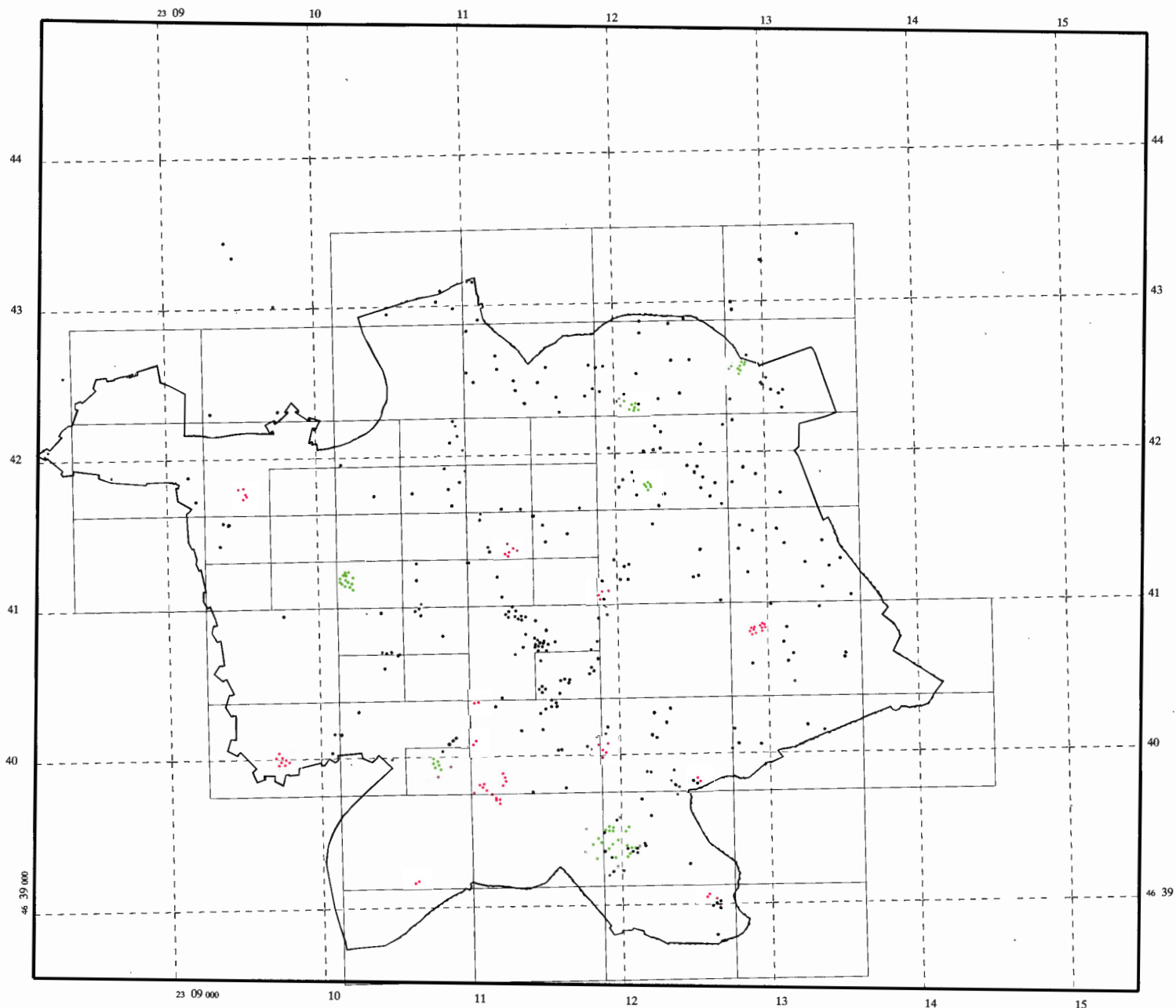


Fig. 1 - Mappa delle ubicazioni dei sondaggi nell'area del centro storico di Roma (in nero sono rappresentati i sondaggi dell'ING, in rosso quelli del SGP ed in verde quelli del SGN).

TAB. 2 - *Codici delle unità litologiche*

UNITÀ LITOLOGICA	COD	UNITÀ LITOLOGICA	COD	UNITÀ LITOLOGICA	COD	UNITÀ LITOLOGICA	COD
Alluvioni	AL	A/in matrice	MP	Con livelli travertinosi	LR	Pozzolanico/a	PN
Arenaria	AN	Alluvionale	AA	Con livelli tufacei	LF	Pulito	PU
Argilla	AR	Alterato/a	AT	Con noduli	ND	Poco consistente	PP
Basalto	BA	Alternanze di	AD	Con mica	CN	Rimaneggiato/a	RM
Blocchi	BC	Alto/a	HI	Con sostanze organiche	OR	Sabbioso/a	SB
Calcare	CA	Argillificato	AF	Consistente	CZ	Semi	SM
Calcarenite	CL	Argilloso/a	AG	Continerntale	CW	Sciolto/a	SL
Cavità	OO	Arrotolato	AO	Incerto	IN	Scoriaceo/a	SC
Ceneri	NC	A stratificazione incrociata	SN	Debolmente	DB	Sedimentario/a	SE
Cinerite	CR	A tratti	AI	Detritico	DT	Siliceo/a	SI
Conglomerato	CG	Brecciato/a	BO	Eolico/a	EO	Stratificato	ST
Diatomite	DI	Basso/a	LW	Fessurato/a	FE	Terroso/a	TE
Dolomia	DO	Calcareo/a	CE	Fluviale	FV	Torboso/a	TB
Flysch	FY	Cementato/a	CM	Fluviolacustre	FL	Travertinoso/a	TS
Ghiaia	GH	Cementato/a alla base	CB	Fortemente precompresso/a	FP	Tufaceo/a	TC
Lapilli	LY	Ciottoli	OT	Fratturato/a	FR	Varvato/a	VA
Lava	LV	Coerente	CO	Friabile	FB	Vulcanico/a	VU
Leucitite	TL	Coesivo	CV	Ghiaioso	GS	Con fossili marini	FM
Limo	LI	Compatto/a	CP	Granulare	GN	Con denti di mammiferi	DM
Livello	LX	Compressibile	CU	Grossolano/a	GL	Con foraminiferi	FO
Macco	MC	Costipato/a	CD	In banchi	IB	Con frammenti di fossili	FF
Marna	MA	Con	WT	Incoerente	IC	Con modelli di vegetali	MV
Materiale	ML	Con cocci	CI	Inconsistente	IZ	Con molluschi dulcicoli	MD
Materiale terroso indifferenziato	MI	Con concrezioni calcaree	CC	Inferiore	IN	Con molluschi terrestri	MT
Muratura	MU	Con concrezioni travertinoso	CT	Intercalazioni	IT	Con ossa di mammiferi	OM
Paleosuolo	PS	Con elementi calcarei	EC	Lacustre	LU	Con vegetali carbonizzati	VC
Piroclastite	PI	Con elementi vulcanici	EV	Lagunare	LN	Avana	AV
Pomici	PM	Con elementi di	ED	Lenti	EN	Azzurro/astro	AZ
Pozzolana	PZ	Con elementi lapidei	EL	Limoso/a	LO	Bianco/astro	BI
Riperti	RI	Con inclusi di	ID	Litoide	LD	Bruno/astro	BR
Sabbia	SA	Con lapilli accrezionari	AC	Marino	MR	Giallo/astro	GI
Terreno vegetale	TV	Con leucite	LE	Marnoso/a	MN	Grigio/astro	GR
Torba	TO	Con livelli argillificati	VG	Matrice pomicea	MP	Lionato	LT
Travertino	TR	Con livelli argillosi	LA	Matrice	MX	Nero/astro	NE
Tuffite	TT	Con livelli cementati	LC	Mediamente	MM	Ocra	OC
Tufo	TU	Con livelli di panchina	LH	Molto	MO	Rosso/astro	RO
Vuoto	VT	Con livelli di cenere	LW	Ossidato	OS	Verde/astro	VE
Addensato	DD	Con livelli ghiaiosi	LG	Parzialmente	PR	Viola/acco	VI
Abbastanza	AB	Con livelli limosi	LL	Peperinico/a	PE	E	ET
A grana fine	FI	Con livelli marnosi	LM	Piroclastico/a	PT	Verso il basso	VB
A grana finissima	FS	Con livelli pomicei	LP	Plastico	PL	Verso l'alto	VL
A grana grossolana	GG	Con livelli pozzolanacei	LZ	Poco	PK	Passante verso il basso a	PB
A grana media	ME	Con livelli sabbiosi	LS	Pomiceo/a	PC	Passante verso l'alto a	PA
A grana medio-fine	MF	Con livelli torbosi	LB	Poroso/a	PO		

buona risoluzione nell'individuazione e nella mappatura dei livelli litologici. Meno precisa può essere la determinazione delle coordinate planimetriche (latitudine e longitudine) poiché le superfici che separano i vari corpi geologici hanno generalmente un andamento continuo e con gradienti medio-bassi (con valori massimi intorno ai 15°). A titolo esemplificativo, per una superficie caratterizzata da un gradiente di 15° infatti, un errore sulle coordinate planimetriche di 4 metri produce un errore di quota di un metro che è la precisione teoricamente richiesta.

Nella realtà la precisione ottenuta per le ubicazioni di una gran parte dei sondaggi già acquisiti è inferiore a tali valori. Infatti per molti sondaggi, non essendo disponibile una planimetria quotata del cantiere, l'ubicazione è stata eseguita a posteriori sulla base dei dati toponomastici della scheda tecnica (solitamente via e numero civico) tramite sopralluogo e/o controllo con la restituzione aerofotogrammetrica alla scala 1:1000 e 1:500 del Centro Storico (USICS, 1980 e 1990). In poche decine di casi non si aveva altro a disposizione che ubicazioni già eseguite dalla fonte su stralci di cartografia al

10.000 o al 25.000. Per questi sondaggi l'errore sulle coordinate X Y può arrivare anche alle decine di metri. Il continuo aggiornamento della banca dati permetterà gradualmente di eliminare questi errori a favore di nuove perforazioni ubicate con maggiore precisione.

Un'altra caratteristica importante di cui va tenuto conto nella fase di acquisizione riguarda l'affidabilità dei dati. Nell'approccio seguito dall'ING, per i dati litologici riportati nelle schede di perforazione essa è stata valutata dopo l'inserimento nell'archivio informatizzato, ovvero nella fase di interpretazione per l'individuazione delle unità stratigrafiche. La valutazione degli spessori e delle quote assolute dei vari livelli litologici ha talora messo in luce delle variazioni su sondaggi vicini così macroscopiche da dover essere considerate degli errori, dovuti ad esempio ad una ubicazione completamente sbagliata; in questi casi si è preferito eliminare il sondaggio dall'archivio.

L'informatizzazione dei sondaggi da parte del Servizio Geologico della Provincia ha seguito una procedura diversa da quella adottata dall'Istituto Nazionale di Geofisica. Non sono state fatte valutazioni sull'affidabilità dei dati né interpretazioni stratigrafiche, poiché le finalità erano strettamente di tipo applicativo. A tale scopo sono stati invece acquisiti ed informatizzati, quando disponibili, i risultati delle analisi di laboratorio e delle prove in sito. Nel caso specifico di indagini per la ricerca di cavità sotterranee sono stati anche raccolti dati provenienti da sondaggi a distruzione di nucleo nei quali spesso la caratterizzazione litologica è indeterminata.

Nella collaborazione tra DST_UR e ING è stato affrontato in maniera dettagliata il problema della codifica dei dati litologici e stratigrafici. Infatti l'obiettivo principale era quello di creare uno strumento per la realizzazione di modelli interpretativi tridimensionali degli andamenti dei vari corpi geologici (formazioni, unità e persino singoli livelli litologici) presenti nell'area romana. Tali modelli sono indispensabili per lo studio della geologia di superficie; per eseguire delle ricostruzioni paleoambientali, paleogeografiche e paleomorfologiche; per l'individuazione di strutture tettoniche; per la valutazione della risposta sismica locale (FEROCI *et alii*, 1990; CARBONI *et alii*, 1991; BOSCHI *et alii*, 1993a; BOSCHI *et alii*, 1993b; MARRA, 1993; MARRA *et alii*, 1994a; MARRA *et alii*, 1994b; FUNICIELLO *et alii*, 1994).

Per raggiungere tale obiettivo è stato necessario digitalizzare in maniera completa tutte le informazioni associate agli intervalli litologici delle per-

forazioni. È stato quindi messo a punto un sistema di codifica delle definizioni litologiche riscontrabili nell'area di Roma (FUNICIELLO *et alii*, 1987), standardizzando la terminologia talora di uso solo locale a termini prettamente tecnici. Ad esempio il «capellaccio» dei sondatori è stato tradotto come «materiale piroclastico alterato» ed i «tartari» più propriamente definiti «concrezioni calcaree». Alcuni termini impropri sono stati tuttavia mantenuti, non potendo darne una traduzione univoca.

Le definizioni sono state separate da un punto di vista grammaticale in primarie, secondarie, cromatiche, paleontologiche, attribuendo loro un codice di due lettere, per quanto possibile mnemonico (tab. 2).

La suddivisione in queste quattro categorie e l'applicazione nella fase di codifica di alcune semplici regole di sintassi rende possibile eseguire delle ricerche molto dettagliate sulle singole litologie. Ogni codice cromatico è associato al codice (primario o secondario) immediatamente precedente; lo stesso vale per i codici secondari nei confronti dei codici primari, etc. Ad esempio in una tipica definizione di un intervallo litologico come: «limo argilloso-sabbioso giallastro con frammenti di fossili e con livelli sabbiosi scuri a minerali vulcanici» la codifica diventerebbe quella mostrata in tab. 3.

TAB. 3 - Esempio di codifica litologica

LI	limo	definizione primaria
GI	giallastro	definizione cromatica riferita alla primaria precedente
AG	argilloso	definizione secondaria riferita alla primaria precedente
SB	sabbioso	definizione secondaria riferita alla primaria precedente
FF	con frammenti di fossili	definizione paleontologica riferita alla primaria precedente
ET	e	
LS	con livelli sabbiosi	definizione secondaria riferita alla primaria precedente
NE	nerastri	definizione cromatica riferita alla secondaria precedente
EV	con elementi vulcanici	definizione secondaria riferita alla secondaria precedente

In tal modo si mantiene l'informazione che i minerali (elementi) vulcanici sono associati ai livelli sabbiosi e ciò può essere importante nell'estrazione di dati dall'archivio per la successiva interpretazione.

I singoli intervalli litologici sono stati correlati ed interpretati e ognuno di essi è stato attribuito

ad una unità stratigrafica (MARRA & ROSA, 1995). In tab. 4 sono riportati i codici utilizzati nella banca dati dell'ING per definire le varie unità riconosciute nell'area romana.

L'affidabilità dell'interpretazione stratigrafica per le unità indicate nella tab. 4 è stata valutata tramite il calcolo della «composizione litologica media». Questa viene calcolata conteggiando le occorrenze di tutte le definizioni litologiche della tab. 2, nei vari livelli litologici di un sondaggio che sono stati attribuiti ad una certa unità. Ad esempio in tab. 5a è riportata la «composizione litologica media» dell'Unità di Monte Vaticano (Marne Vaticane Auct.), consistente di argille (68.9%) e molto minori quantità di limi (11.6%) e sabbie (15.4%); le definizioni secondarie più frequenti (tab. 5b) sono invece: compatto/a (18.3%), con livelli sabbiosi (9.3%), argilloso/a,

TAB. 4 - Codici delle unità litostratigrafiche (DST_UR e ING)

NOME UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA	CODICE CORRISPONDENTE
Riperti e prodotti dell'attività antropica	RI
Colluvi	CV
Alluvioni recenti ed attuali	AL
Piroclastite della via Nomentana	VN
Unità di Vitinia	FA
Lave di Capo di Bove	CB°
Unità Aurelia	FA
Vulcaniti indifferenziate	VU
Piroclastiti albane indifferenziate	PA
“Tufo di Villa Senni”	PL
“Tufo Lionato”	LT
Paleosuolo 2	S2°
Piroclastiti indifferenziate di ricaduta	PR
Tufo rosso a scorie nere	TR°
Pozzolane nere	PN°
Paleosuolo 1	S1°
Unità di San Paolo	SC
Conglomerato giallo	CG°
Lava di Vallerano	LV°
“Pozzolane rosse”	SP
Unità di Valle Giulia	VG
Tufo giallo della Via Tiberina	VT
Lava dell'Acquacetosa	LA°
Unità piroclastica del Palatino (Unità piroclastica di Tor de' Cenci)	TC
Unità del Paleotevere 2 indifferenziata	PT
Unità a del Paleotevere 2	P1
Unità b del Paleotevere 2	P3
Unità di Ponte Galeria (Unità del Paleotevere 1)	P4
Unità di Monte delle Piche	MP°
Unità di Monte Ciocci	MC
Unità di Monte Mario	MM
Unità del Monte Vaticano	MV
“Peperino della via Flaminia”	PF
Sconosciuto	00
Illegibile	01

(Con il simbolo ° sono indicate unità non affioranti nel centro storico di Roma, ma entro il G.R.A.)

TAB. 5a - Percentuali delle definizioni primarie

DEFINIZIONE PRIMARIA	PERCENTUALE RELATIVA
Argilla	68.9%
Sabbia	15.4%
Limo	11.6%
Marna	2.6%
Altre	1.5%
TOTALE	100.0%

limoso/a e sabbioso/a (rispettivamente 9.3%, 11.7% e 11.4%). Le «composizioni litologiche» così ricavate hanno mostrato un ottimo accordo con la descrizione delle formazioni riportata nella colonna stratigrafica (MARRA & ROSA, 1995), confermando in modo qualitativo la validità dell'interpretazione.

Come già menzionato, la fase avanzata del «Progetto Roma» prevede l'omogeneizzazione, tra gli altri, degli archivi ING e SGP all'interno di una banca dati comune, la cui realizzazione viene curata dal SGN (CARA & PROSPERI, 1995). Nella sua progettazione si è voluto tenere conto non solo delle caratteristiche dei dati sin qui raccolti ma anche delle informazioni che, pur disponibili alla fonte, non sono state immesse negli archivi ING e SGP perché non di interesse dei due enti. Nelle nuove

TAB. 5b - Percentuali delle definizioni secondarie

DEFINIZIONE SECONDARIA	PERCENTUALE RELATIVA
Compatto	18.3%
Limoso/a	11.7%
Sabbioso/a	11.4%
Con livelli sabbiosi	9.3%
Argilloso/a	9.3%
Fortemente precompresso/a	6.2%
Ossidato/a	3.8%
Altre	30.0%
TOTALE	100.0%

schede di raccolta dati è stato quindi incrementato notevolmente il numero dei campi di interesse (AMANTI *et alii*, 1992). Quelli già presenti negli archivi di partenza sono stati integralmente convertiti nel nuovo formato mantenendo le codifiche litologiche e stratigrafiche riportate nelle tabb. 2 e 4.