



# COMUNE DI NETTUNO

Provincia di ROMA



## American Battle Monuments Commission Overseas Operations Garches, France

TITOLO:

### RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA SUL FOSSO DEI TINOZZI

### PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO:

### RELAZIONE IDROLOGICA

ELABORATO:

**RLT-ES-002.1**

SCALA:

DATA:

**MARZO 2018**

PROGETTISTI:  
A.T.P.:

Ing. Claudio MACCARONI  
Via Ponerico, 28 - 00048 Nettuno (RM)

dott. Paolo CACCAVALE  
Via L. Pirandello, 19 - 00042 Anzio (RM)

geom. Giulio BERNARDI  
Corso Italia, 15 - 00042 Anzio (RM)

DIRIGENTE AREA LL.PP. :

ing. Benedetto SAJEVA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Arch. Jr. Stefano BERNICCHIA

REV.	DATA	Descrizione oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
A	MAR. 2018	EMISSIONE	M.C.	G.B.	P.C.

## INDICE

<b>1.</b>	<b>Premessa</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Quadro normativo di riferimento</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>Descrizione dell'area d'intervento</b>	<b>1</b>
	<b>Inquadramento territoriale, dell'ambiente fisiografico e descrizione dei bacini</b>	<b>3</b>
3.1	Caratteristiche fisiografiche, rete idrografica e criticità	4
3.2	Geologia	4
3.3	Litologia, copertura e utilizzazione del suolo	10
3.4	Climatologia	18
	3.4.1 <i>Precipitazioni</i>	18
	3.4.2 <i>Temperature</i>	18
<b>4.</b>	<b>Analisi pluviometrica</b>	<b>19</b>
4.1	Metodologia utilizzata	19
4.2	Analisi con i metodi regionalizzazione	19
	4.2.1 <i>Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica</i>	23
<b>5.</b>	<b>Modello di trasformazione afflussi-deflussi: stima della massima portata al colmo di piena</b>	<b>26</b>
5.1	Ietogrammi di progetto	26
5.2	Stima del coefficiente di ragguaglio o fattore di riduzione areale	26
5.3	Stima del tempo di corrivazione o concentrazione	27
5.4	Stima del coefficiente di deflusso	28
5.5	Stima della portata al colmo o dell'idrogramma di piena	29
	Sono stati utilizzati due distinti metodi: <i>metodo della corrivazione (formula razionale)</i> e <i>metodo del serbatoio lineare</i> .	29
	Il primo fornisce esclusivamente il valore della portata di piena al colmo, mentre il secondo restituisce l'intero idrogramma di piena.	29
	5.5.1 <i>Metodo della corrivazione – formula razionale</i>	29
	5.5.2 <i>Metodo del serbatoio lineare</i>	30
	5.5.3 <i>Stima delle portate di massima piena</i>	30
<b>6.</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>34</b>
<b>7.</b>	<b>Bibliografia di riferimento</b>	<b>35</b>



## 1. Premessa

Il presente studio idrogeologico del bacino dei fossi dei Tinozzi è stato sviluppato nell'ambito degli interventi di "Recupero e potenziamento dell'attraversamento di via Santa Maria sul fosso dei Tinozzi" del comune di Nettuno.

Obiettivi del presente studio di carattere generale sono:

- la descrizione degli elementi tecnici conoscitivi del bacino di appartenenza e dell'area vasta;
- la determinazione delle portate di massima piena prevedibili per prefissati tempi di ritorno;

Il presente studio è articolato nelle fasi seguenti:

- Definizione e caratterizzazione del bacino idrografico mediante l'individuazione dei principali parametri morfologici quali: area, lunghezza dell'asta principale, quote massima, minima e media;
- Determinazione degli afflussi meteorici mediante analisi regionale delle piogge intense;
- Caratterizzazione del bacino relativamente ai parametri influenzanti la trasformazione afflussi-deflussi quali: la litologia, la pedologia, la copertura e la permeabilità;
- Calcolo delle portate di massima piena per diversi tempi di ritorno;

Le portate di piena sono state determinate per tempi di ritorno di 10, 50, 100 e 200 anni.

## 2. Quadro normativo di riferimento

Il presente studio è stato redatto in conformità agli indirizzi dettati per il settore specifico dal "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico" (PAI), predisposto dall'Autorità dei Bacini Regionali e delle relative "Norme di Attuazione".

Questo Piano, sviluppato in ottemperanza dell'art. 65 comma 8 del D.lgs. 152/06 e degli artt.11 e 12 della L. R. 39/96) è finalizzato alla valutazione del rischio di frana e di alluvione ed ha valore sovraordinatorio sulla strumentazione urbanistica locale.

Pertanto il PAI rappresenta uno strumento conoscitivo del territorio fisico, oltre che normativo e di programmazione degli interventi necessari alla difesa e/o alla mitigazione dei rischi.

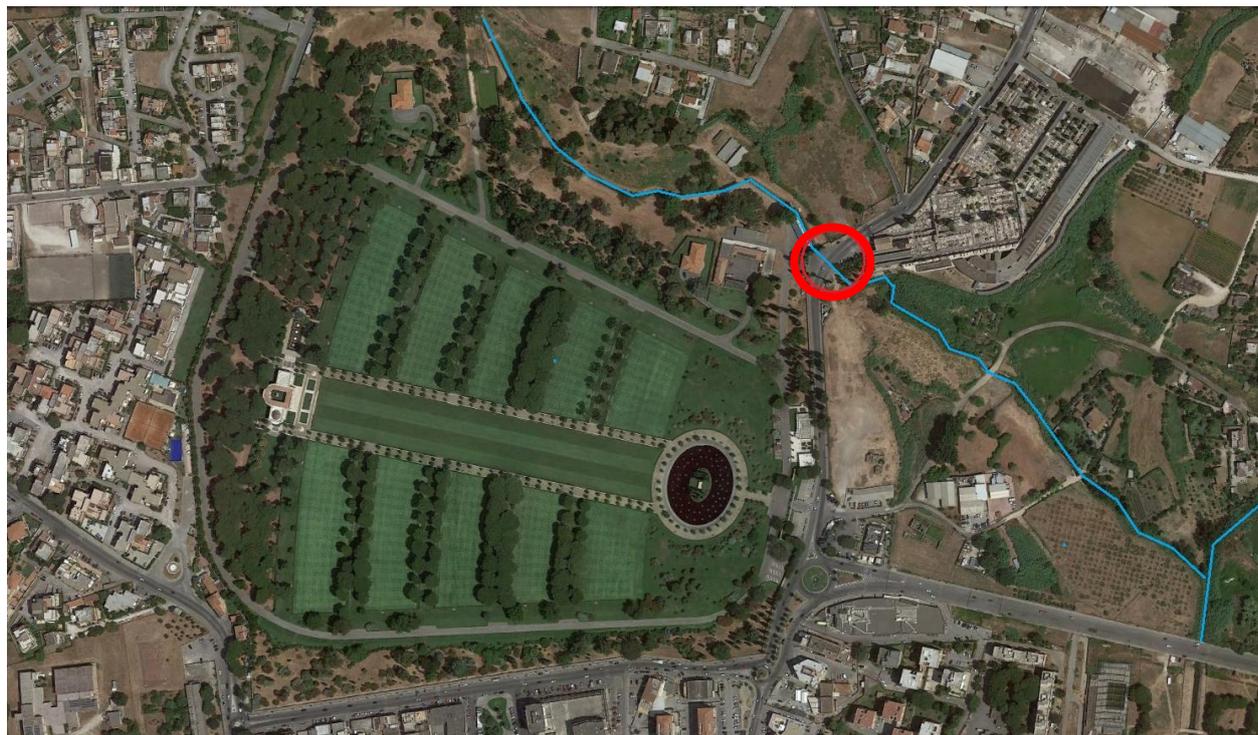
## 3. Descrizione dell'area d'intervento

L'area oggetto dell'intervento è ubicata lungo il corso del fosso Tinozzi-Cacamele nel suo tratto terminale prima della confluenza nel fosso del Loricina, all'interno dell'area urbana (vedi figura 1).



**COMUNE DI NETTUNO**  
**RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA**  
**SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO**  
**RELAZIONE IDROLOGICA**

RLT\_ES-002.1  
Pagina 2/35



*Figura 1- Ubicazione dell'area di intervento: vista aerea*



## Inquadramento territoriale, dell'ambiente fisiografico e descrizione del bacino

Il bacino del Fosso dei Tinozzi-Cacamele ricade all'interno del territorio di competenza dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio, ed in particolare dei bacini minori dei corsi d'acqua con foce a mare a Sud della foce del Tevere, nella fascia da Campo Ascolano fino al promontorio di M. Scauri.

Il fosso dei Tinozzi-Cacamele è un affluente destro del fosso del Loricina.

Il bacino idrografico di superficie 4,96 km<sup>2</sup> ricade nei comuni di Nettuno ed Anzio ed è rappresentato nel foglio 399120 della CTR scala 1:10.000. Il bacino presenta una forma allungata in direzione N.O.- S.E. e morfologia pianeggiante.

Il corso d'acqua ha inizio in località "Le Falasche" in comune di Anzio e ha uno sviluppo di circa 4,1 km con andamento N.O.- S.E.

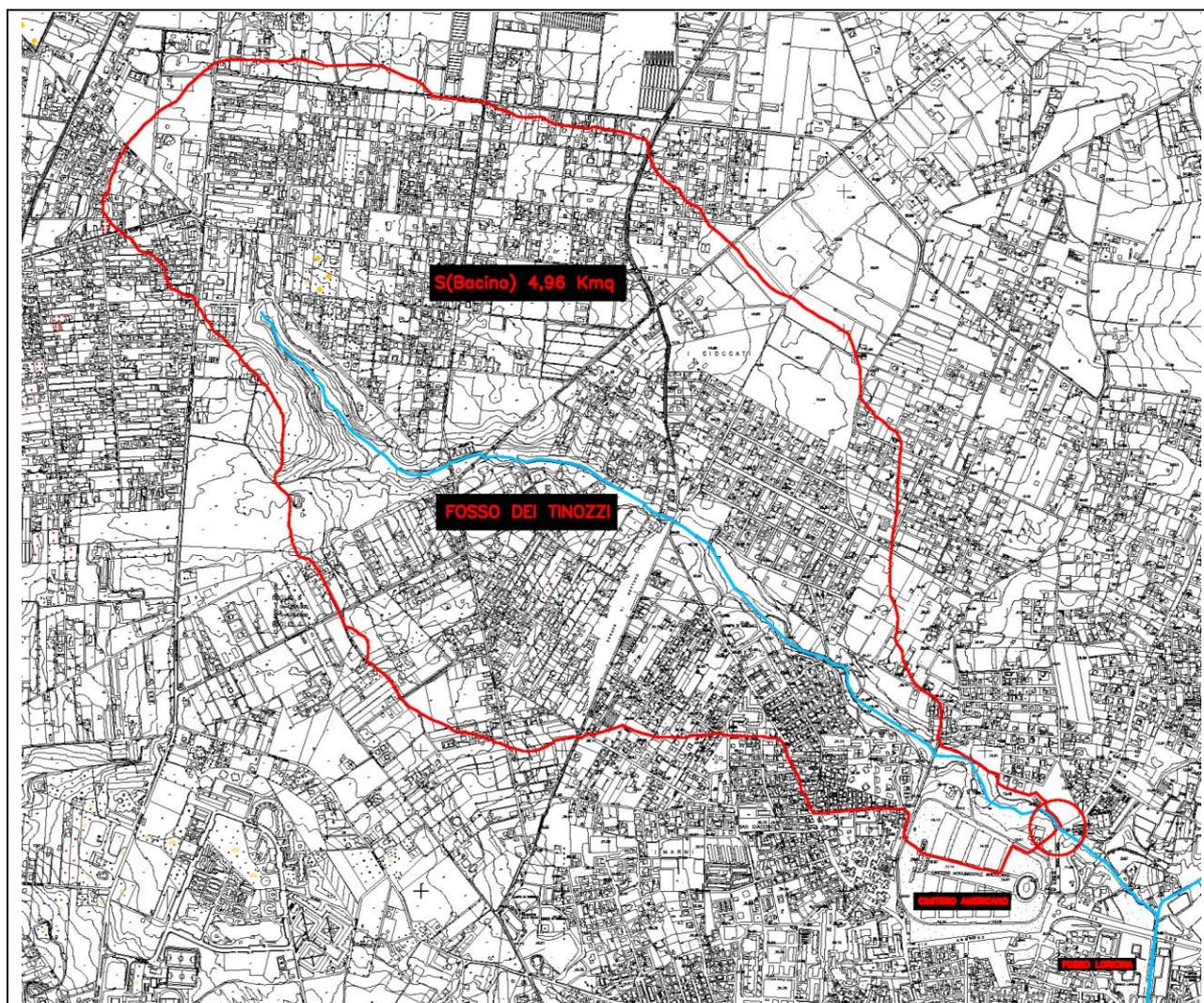


Figura 2- Fosso dei Tinozzi-Cacamele : Bacino idrografico



### 3.1 Caratteristiche fisiografiche, rete idrografica e criticità

Le caratteristiche del bacino principale sono riassunte nella tabella seguente. Le caratteristiche del bacino sono relative alla sezione di chiusura alla strada di via Santa Maria, dove è programmato l'intervento.

*Tabella 1: Caratteristiche bacino idrografico del fosso dei Tinozzi-Cacamele*

Superficie (km <sup>2</sup> )	4,96
Quota minima (m s.m.)	10
Quota massima (m s.m.)	60
Quota media (m s.m.)	35
Lunghezza Asta (km)	4,10
Pendenza media asta (%)	1,22

### 3.2 Geologia

L'area in esame appartiene al margine Tirrenico del Lazio centrale, che si è sviluppato a partire dal Miocene superiore attraverso una fase di fessurazione con direttrici tettoniche orientate N-S. Tale processo è proseguito nel Pliocene e nel Pleistocene con orientazione E-W. I movimenti distensivi attivi nel Plio-Pleistocene hanno condizionato l'evoluzione del margine e lo sviluppo del vulcanismo laziale.

La parte centrale della costa laziale risulta ribassata rispetto alle zone vicine, pertanto sono presenti affioramenti costituiti quasi esclusivamente da litotipi pleistocenici.

I termini più antichi affioranti nell'area vasta di studio, sono costituiti da depositi di spiaggia e di ambiente neritico. I sedimenti pleistocenici mostrano un'ampia varietà litologica a rappresentare sistemi di piattaforma marino-costieri e continentali.

In prossimità della linea di costa affiorano le calcareniti plioceniche, giallastre costituite principalmente da frammenti organogeni stratificati. Al tetto le calcareniti assumono un aspetto schiettamente sabbioso e presentano una stratificazione a basso angolo, inclinata verso SE.

Di seguito si riporta un estratto della Carta geologica e della Carta Idrogeologica dell'area in esame.



COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAIMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

RLT\_ES-002.1  
Pagina 5/35

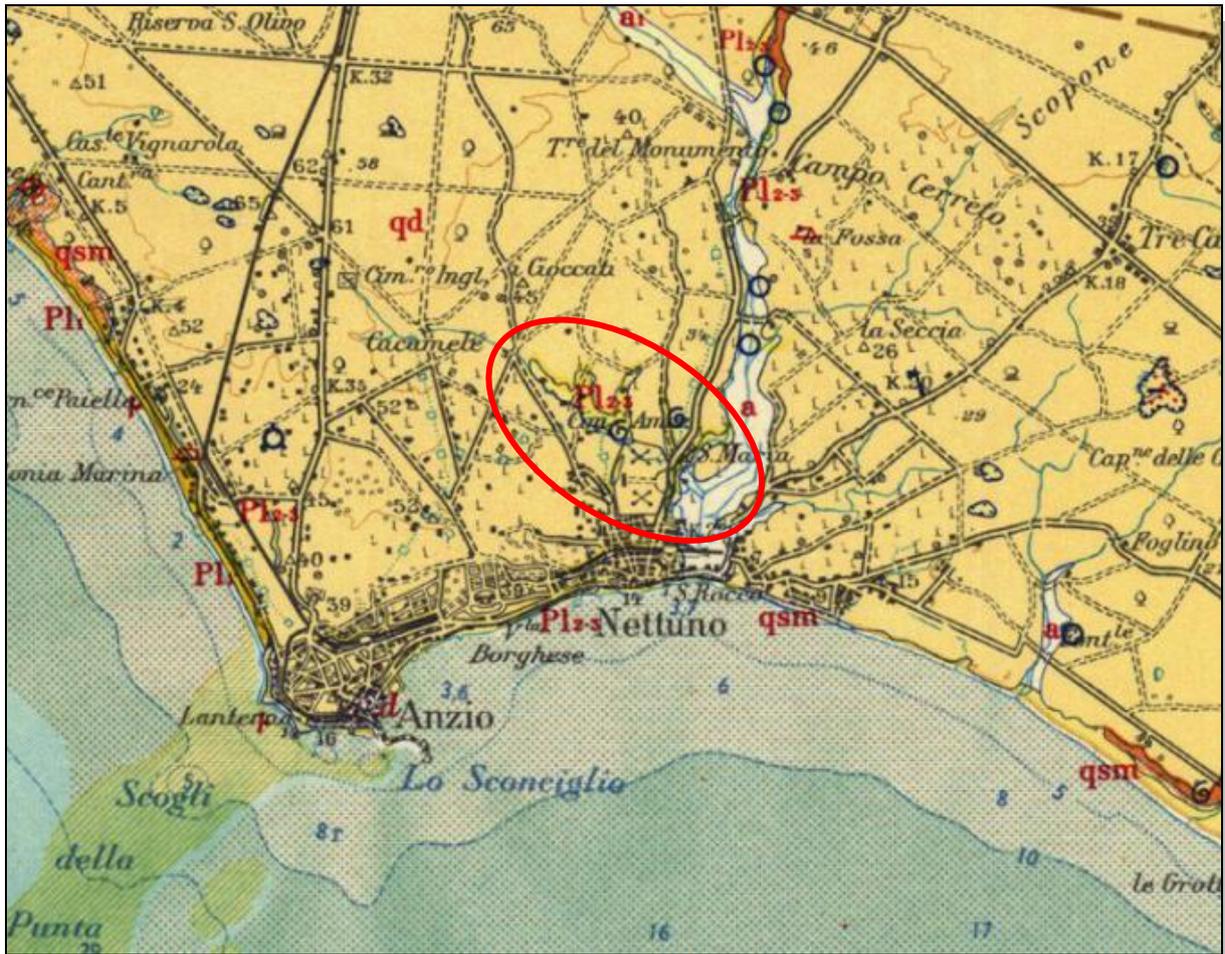
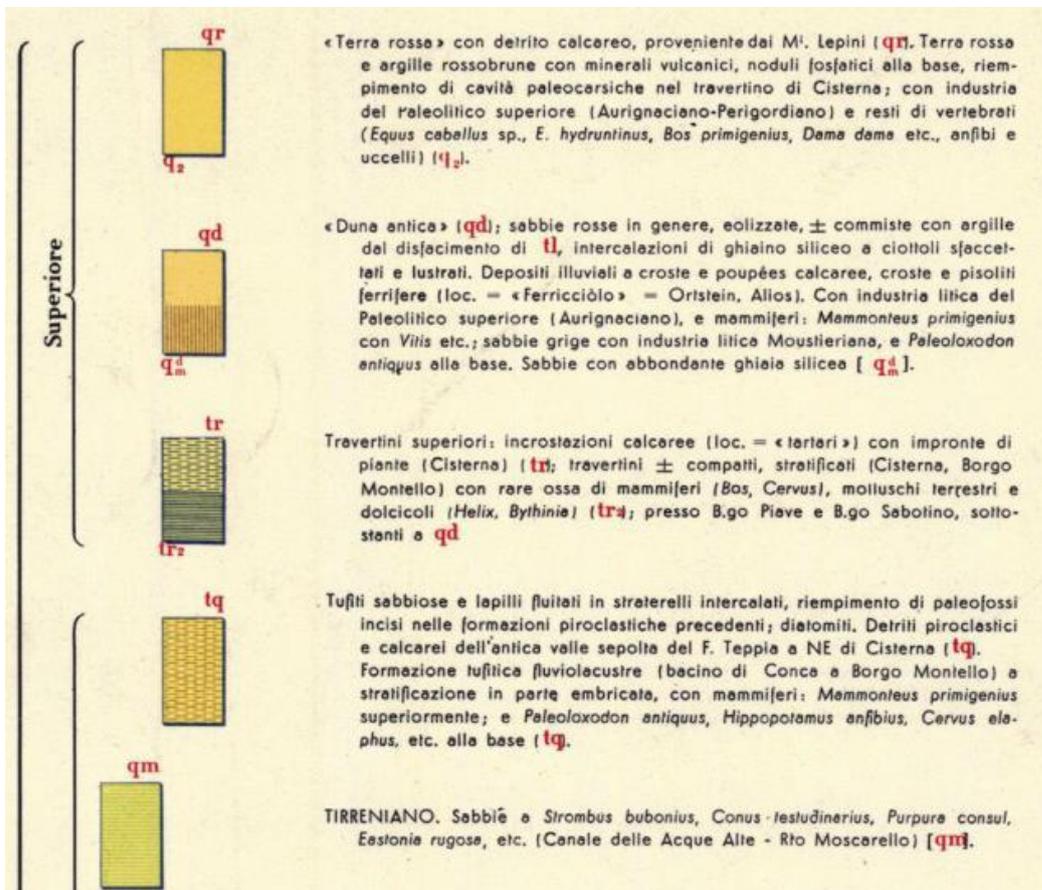
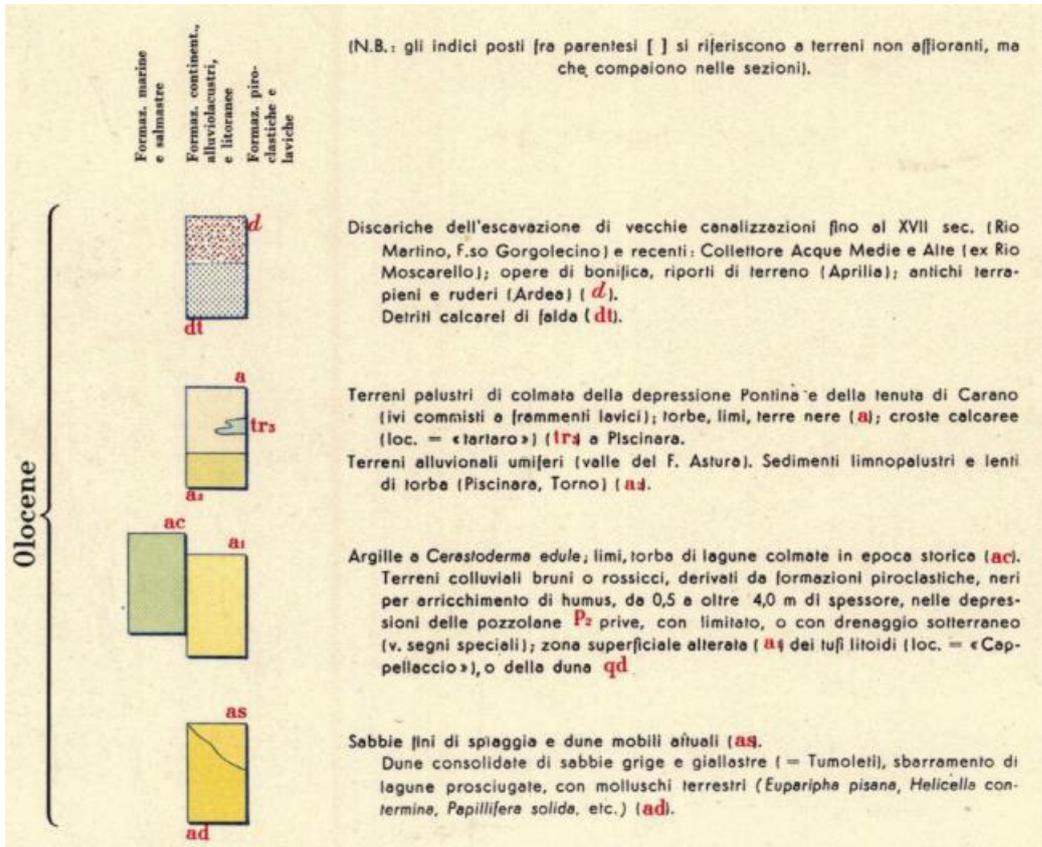


Fig. 3- Bacino del fosso dei Tinozzi-Cacamele – Carta geologica (estratto Foglio 150 Roma)



COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

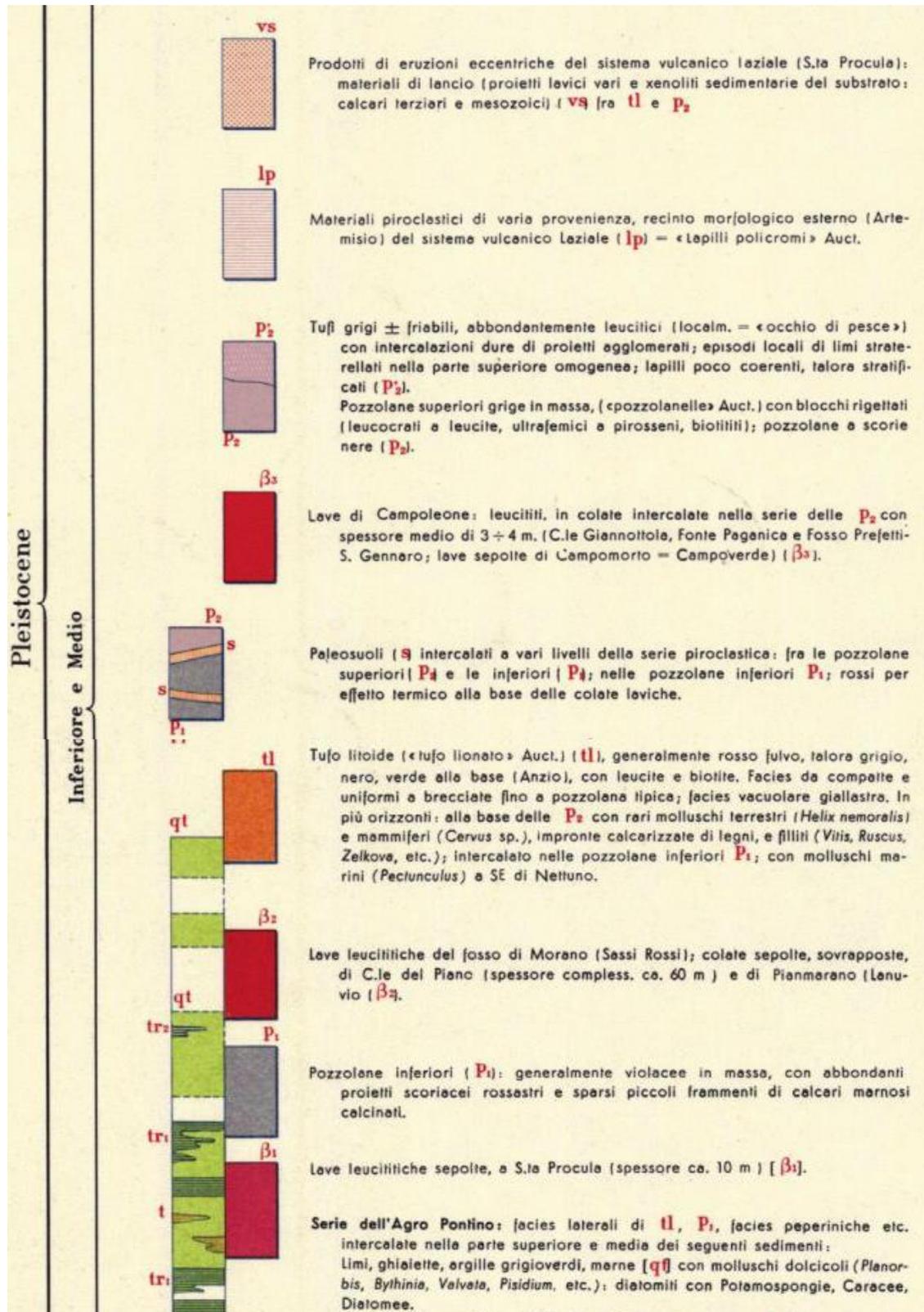
RLT\_ES-002.1  
Pagina 6/35





COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

RLT\_ES-002.1  
Pagina 7/35





COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

RLT\_ES-002.1  
Pagina 8/35

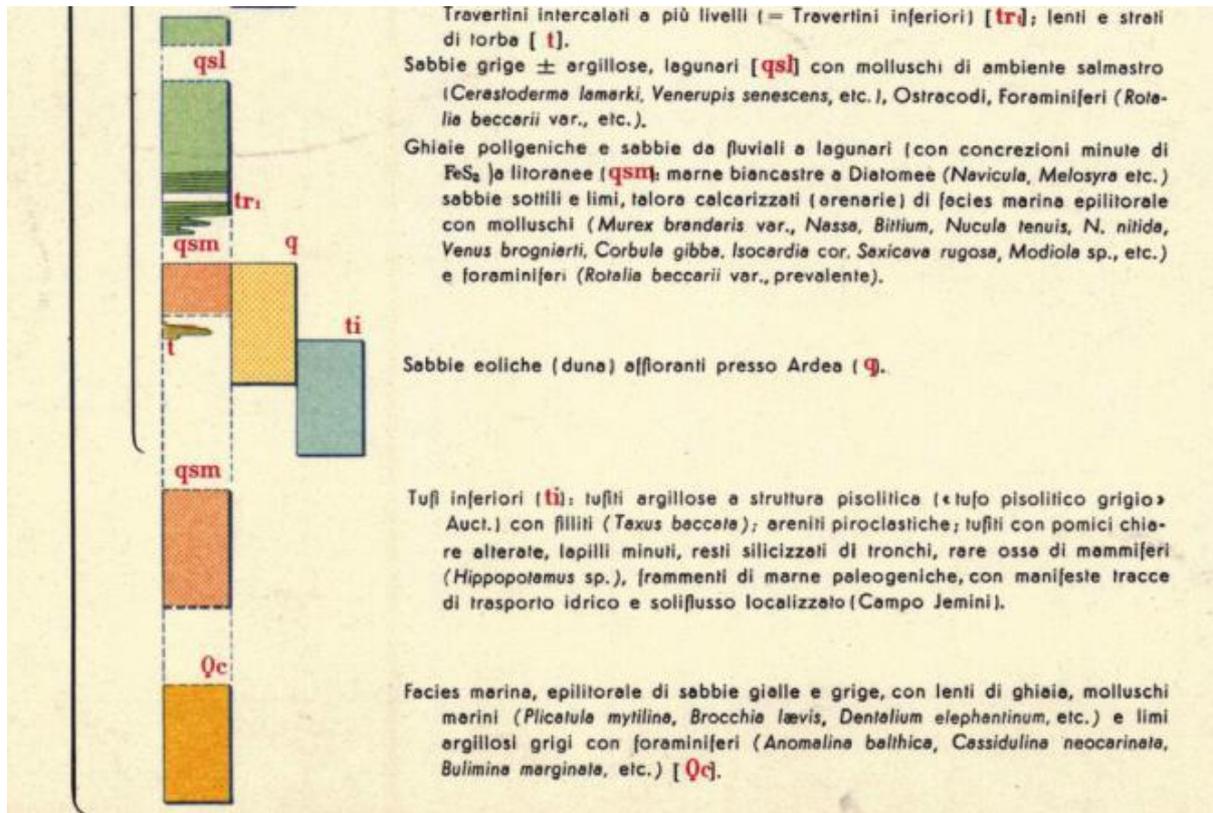


Fig. 4- Carta geologica (estratto Foglio 150 Roma) – Legenda

Sotto l'aspetto idrogeologico l'area in esame appartiene al "Complesso delle sabbie dunari", come riportato negli studi di Boni C., Boni P. & Capelli G., ripresi dal PTRR regione Lazio. Questo complesso viene di seguito descritto in termini di caratteristiche litologiche, deposizionali, di età, di spessore, di permeabilità e, per alcuni di essi, di infiltrazione.

Il complesso predetto è costituito da depositi dunari costieri, antichi e recenti, prevalentemente sabbiosi distribuiti lungo il litorale da Ladispoli alla foce del Garigliano (Pleistocene-Olocene).

Lo spessore massimo è di alcune decine di metri.

Esso ospita una falda continua ed estesa, con acqua di buona qualità laddove l'acquifero non è contaminato da fattori esterni o da apporti idrotermali. Sebbene l'acquifero abbia scarsa produttività puntuale, per la ridotta permeabilità delle sabbie, viene intensamente sfruttato da un enorme numero di pozzi con portate limitate. La qualità dell'acqua è a volte minacciata sia dall'inquinamento organico e chimico sia, laddove lo sfruttamento è eccessivo, dall'ingressione delle acque marine e conseguente aumento della salinità.

Nella zona in esame la profondità della falda è inferiore ai 10 m.

All'interno del bacino non vengono segnalate sorgenti significative, tuttavia la portata del corso d'acqua **non è mani nulla** anche nella stagione secca, con valori minimi inferiori comunque ai 10 l/s.

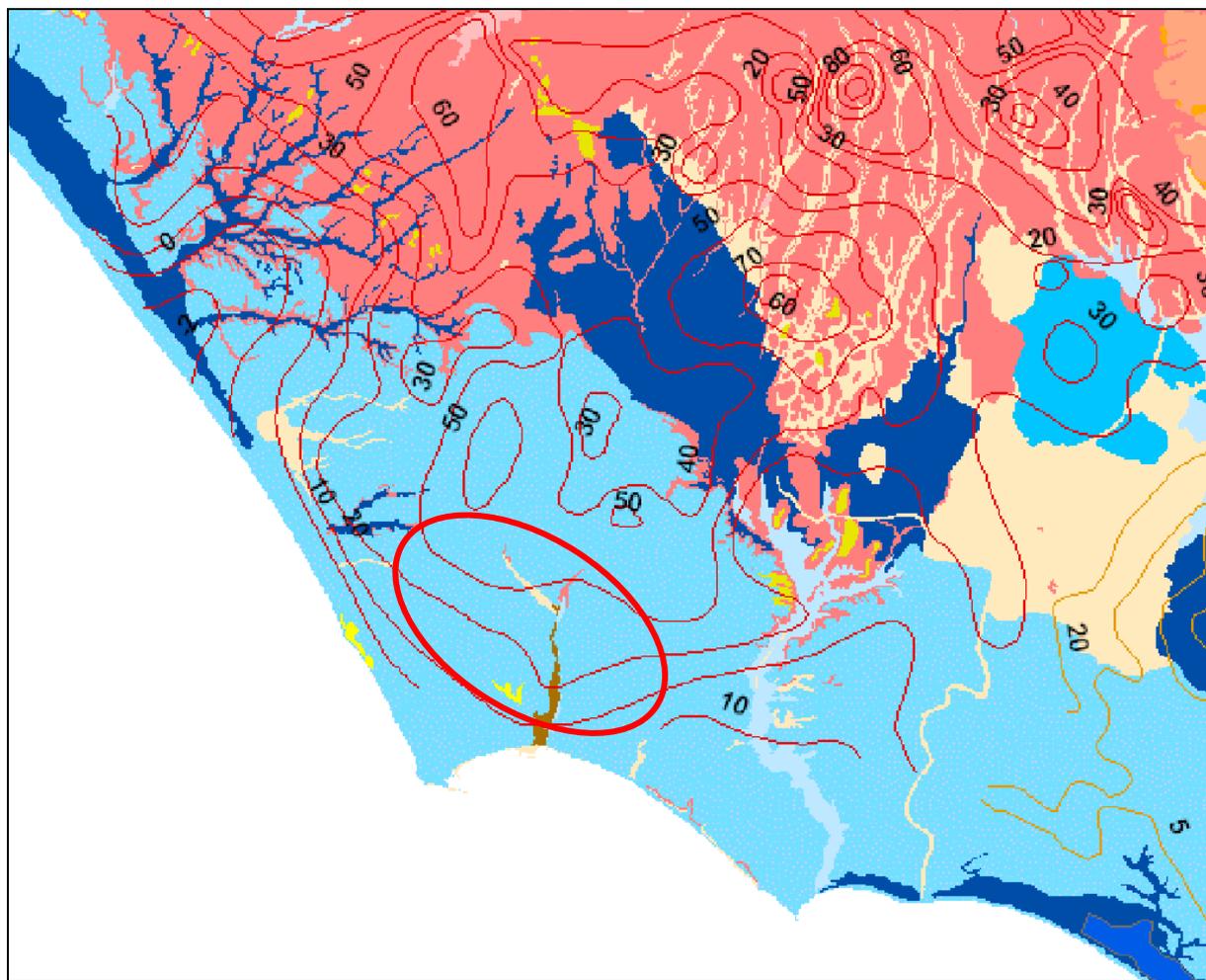


Fig. 5- Carta Idrogeologica (da Piano di Tutela delle Acqua Regione Lazio)

## Legenda

### Sorgenti - portata media (l/sec)

- 0 - 20
- ▲ 20 - 50
- >50

### Curve isopieze

- Acquiferi carbonatici
- Acquiferi alluvionali e costieri
- Acquiferi vulcanici

### Legenda idrogeologica

-  1- Complesso di copertura recente
-  2- Complesso detritico
-  3- Complesso dei depositi alluvionali di limitato spessore
-  4- Complesso dei depositi alluvionali di corsi d'acqua perenni
-  5- Complesso dei travertini
-  6- Complesso delle sabbie dunari
-  7- Complesso dei depositi fluvio-palustri
-  8- Complesso delle piroclastiti
-  9- Complesso delle lave ed ignimbriti litoidi
-  10.1 - Complesso dei depositi clastici eterogenei sabbiosi
-  10.2 - Complesso dei depositi clastici eterogenei (macco auct.)
-  10.3 - Complesso dei depositi clastici eterogenei (conglomeratici)
-  11.1 - Complesso dei conglomerati di Rieti e Formia
-  11.2 - Complesso dei conglomerati (alluvioni ghiaiose)
-  11.3 - Complesso dei conglomerati di Santopadre ed altri depositi ghiaiosi
-  12 - Complesso delle argille plioceniche
-  13 - Complesso del flysch marnoso-arenaceo
-  14 - Complesso del flysch argilloso-marnoso con intercalazioni litoidi
-  15 - Complesso marnoso-calcarenitico
-  16.1 - Complesso dei calcari pelagici cretacici (Scaglia e Scaglia di transizione)
-  16.2 - Complesso dei calcari pelagici cretacici (maiolica)
-  17 - Complesso marnoso-argilloso-selcifero giurassico
-  18 - Complesso delle calcareniti giurassiche
-  19 - Complesso dei calcari micritici liassici

*Fig. 6- Carta Idrogeologica – Legenda - (da Piano di Tutela delle Acqua Regione Lazio)*

### **3.3 Litologia, copertura e utilizzazione del suolo**

Di seguito si riportano la Carta Geolitologica (fig. 7) e la Carta dei Suoli dell'area d'interesse (fig. 9).

Allo stato attuale l'ABR (Autorità di Bacino Regionale) dispone di tre cartografie dell'uso del suolo in due diverse scale: carta della copertura del suolo (progetto CORINNE LAND COVER). La Carta dell'uso del suolo, aggiornata all'anno 2006 è stata realizzata dal Dipartimento 13 – Urbanistica e Casa Area 13/b (Pianificazione Territoriale).



Dall'esame della Carta dell'Uso del Suolo si può notare come la superficie dei bacini sia interessata da "aree prevalentemente occupate da colture agrarie" e da "tessuto urbano discontinuo", ad esclusione dell'area a verde e boscata costituita dal Cimitero Americano per un'estensione di circa 30 ha.

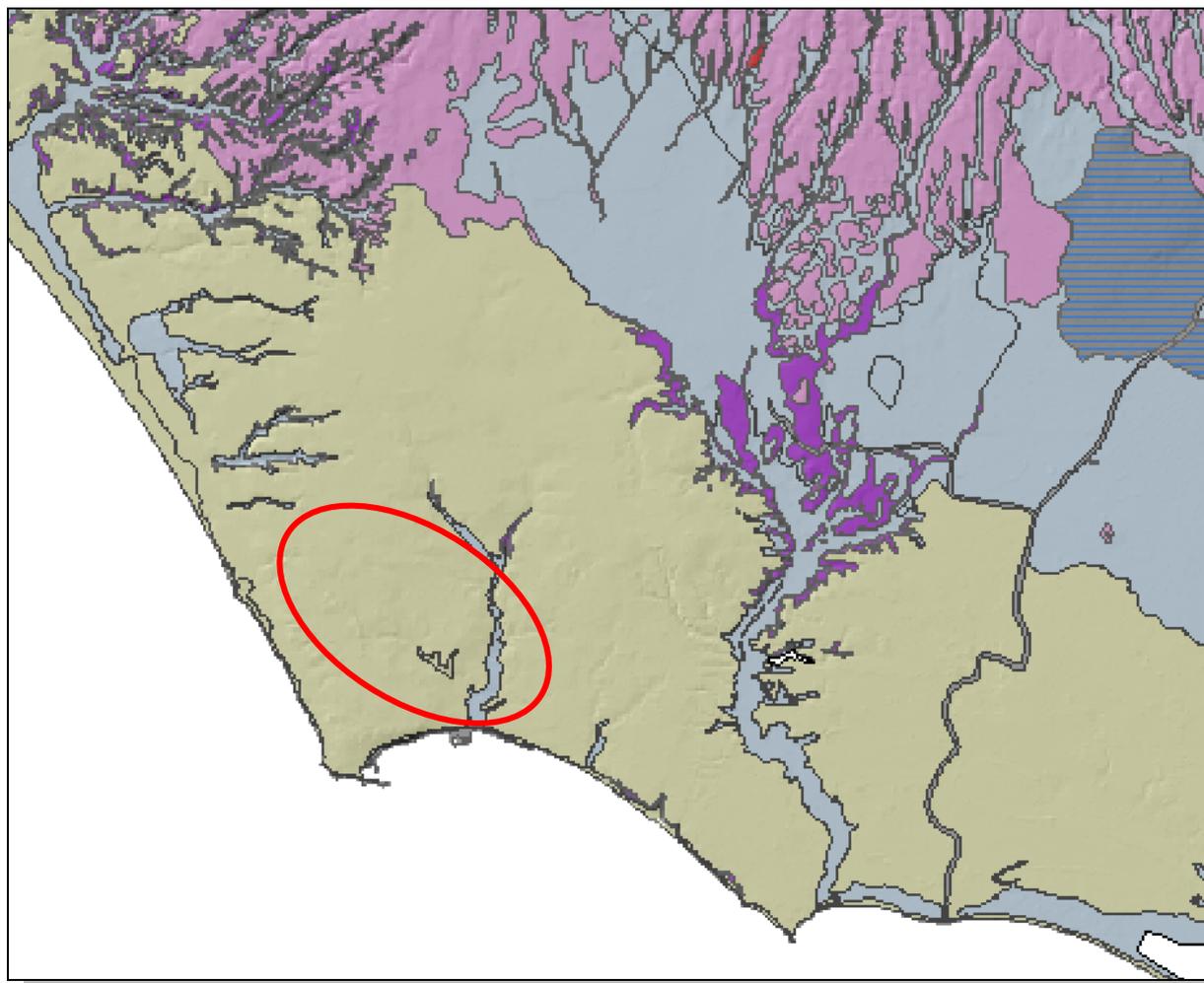


Fig. 7- Carta Geolitologica - (da Piano di Tutela delle Acqua Regione Lazio)



COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

RLT\_ES-002.1  
Pagina 12/35

## LEGENDA

### CLASSE A:



**Complesso dei Detriti antropici, dei Conoidi e Detriti di pendio e di falda, delle Facies moreniche e degli Accumuli di frana:**

*Detriti antropici:* Terrapieni e riporti, terreni di bonifica, arginature di corsi d'acqua perenni, dicchiche di cava e dirifanti dell'Olocene dalle caratteristiche di terreno eterogeneo in funzione anche dei terreni madre, a varia permeabilità.

*Conoidi e detriti di pendio e di falda, facies moreniche:* Detriti di falda e conoidi di deiezione, detriti con intercalazioni di paleosuoli o terre rosse, detriti morenici, a varia permeabilità e con possibilità di esistenza di più falce sovrapposte.

*Accumuli di frana:* Accumuli di frane del Pleistocene-Olocene con terreni in funzione del tipo diversante o di roccia madre, a varia permeabilità e con possibilità di esistenza di più falce sovrapposte.

### CLASSE B



**Complesso delle Alluvioni e delle Coperture colluviali:**

*Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose, attuali e recenti anche terrazze e coperture colluviali ed eluviali:* Alluvioni e coperture colluviali ed eluviali, alluvioni fluviali ghiaioso-sabbiose, limose e lenti di materiale piroclastico, anche terrazzate dal I° al III° ordine, conoidi di deiezione non distinti dalle alluvioni, intercalazioni di melme lacustri attuali e recenti dell'Olocene con terreni derivanti dal dominio geologico presente con permeabilità da medio-bassa a medio-alta.

*Depositi prevalentemente limo-argillosi in facies palustre, lacustre e salmastre:* Terre scure palustri, depositi sarmatosi, limosi, depositi lacustri e palustri, farine fossili dell'Olocene con permeabilità da molto bassa a bassa.

*Coperture colluviali ed eluviali e terre residuali quando distinte:* Terre rosse miste a detriti, materiale vulcanico rimaseggiato, terre nere a bassa permeabilità.

*Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose, antiche terrazze e depositi lacustri antichi:* Ghiaie, sabbie, argille terrazzate e fluvio-lacustri antichi (Olocene) dall'elevata variabilità verticale, da saturi a privi d'acqua.

### CLASSE C



**Complesso dei Travertini:**

*Travertini:* Travertini e concrezioni travertinosi e limi calcarei e travertini incrostanti del Pleistocene-Olocene con permeabilità da medio-alta ad alta e con diverse soglie di permeabilità, con possibilità di sistemi di più falde.

### CLASSE D



**Complesso dei Conglomerati e Sabbie**

*Depositi prevalentemente ghiaiosi a luoghi cementati in facies marina e transizione terrazzati lungo la costa:* Conglomerati e sabbie del Plio-Pleistocene, con permeabilità da media a medio-alta.

*Depositi prevalentemente sabbiosi a luoghi cementati in facies marina e transizione terrazzati lungo la costa:* Sabbie anche eterogenee del Plio-Pleistocene, con permeabilità da media ad alta, sabbie rossastre e depositi di sabbie del Plio-Pleistocene con permeabilità da bassa a media, sabbie eoliche, limi lacustri e palustri, sabbie deltiche del Plio-Pleistocene a varia permeabilità, sabbie e ghiaie del paleotevere con permeabilità da media a medio-alta.

*Sabbie litoranee, palustri e dune recenti:* Dune, sabbie interdunari, spiagge, dune delinse, tuffi rimaseggiati delle depressioni vulcaniche.

*Conglomerati cementati di Red:* Conglomerati poligenici spesso cementati del Plio-Pleistocene, ad elevata permeabilità.

*Conglomerati di Santopadre:* Puddinghe a cemento sabbioso ben stratificate del Pleistocene inferiore, a permeabilità da bassa (se cementati) a medio-alta (se carsificati).

*Breccie di pendio cementate:* Conoidi antiche e breccie cementate del Plio-Pleistocene a permeabilità da bassa a media.

*Calcareniti e calcari organogeni:* Calcareniti e calcari sabbiosi intercalati da ghiaie, sabbie ed argille sabbiose del Pliocene (tipo Macco Auct.) con permeabilità da media a medio-alta.

### CLASSE E



**Complesso delle Argille e dei Depositi argillosi terrazzati**

*Depositi prevalentemente argillosi in facies marina e di transizione terrazzati lungo la costa:* Argille e argille sabbiose, torbose del Plio-Pleistocene a bassa permeabilità e saturazione dell'acquifero limitata alle parti permeabili e con falde poco rialimentate.

*Argille:* Argille azzurre con pochi livelli ghiaioso-sabbiosi del Pliocene a permeabilità molto bassa e saturazione limitata alle parti permeabili e con falde poco rialimentate.



COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAIMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

RLT\_ES-002.1  
Pagina 13/35

**CLASSE F**



**Complesso dei Conglomerati Poligenici**

*Conglomerati poligenici:* Breccie, calcareniti, calciruditi.

Breccie calcaree con lenti di argille marrose del Tortoniano a permeabilità bassa ed acquiferi limitati e locali.

Calcareniti e calciruditi con livelli argillosi del Miocene-Pliocene come "Breccie di Renga" a permeabilità bassa ed acquiferi limitati e locali.

Breccie calcaree poligeniche cementate con clasti del Miocene-Pliocene come "Breccie di Genazzano" a permeabilità bassa ed acquiferi limitati e locali.

Puddinghe poligeniche del Miocene-Pliocene a permeabilità bassa ed acquiferi limitati e locali.

Lenti e livelli di argille siltose del Tortoniano superiore-Messiniano rappresentate da puddinghe poligeniche mioceniche a permeabilità bassa ed acquiferi limitati e locali.

Conglomerati poligenici flyschoidi a cemento argilloso-sabbioso dell'Eocene medio-Cretaceo superiore a permeabilità bassa ed acquiferi limitati e locali.

**CLASSE G**



**Complesso delle Calcareniti ed Enipelagiti prevalentemente marnose**

*Calcareniti e calcari organogeni:* Calcari del Paleocene-Miocene medio come "Calcare a Erisoi e Liotanni", talvolta ad intercalazioni marnose (margine molisano) a permeabilità media sia primaria sia secondaria. Se gli strati si presentano in continuità, sono presenti acquiferi, se gli strati si presentano intercalati a depositi silico-clastici, gli acquiferi sono di modesta entità e solo locali.

Arenarie calcaree, calcareniti, calcarei arenacei, arenarie, molasse grigie del Paleocene-Miocene medio a permeabilità media sia primaria sia secondaria: se gli strati si presentano in continuità sono presenti degli acquiferi, se gli strati si presentano intercalati a depositi silico-clastici gli acquiferi sono di modesta entità solo locali.

*Calcareniti, mame e argille paleogene intercalate come olistostromi nei Flysch miocenici:* Argille con olistoliti di calcari mamosi del Miocene superiore a permeabilità estremamente bassa, calciruditi, calcari con seste del Miocene superiore a permeabilità da bassa a media.

*Enipelagiti prevalentemente marnose:* Calcari mamosi e mame calcaree fino a mame argillose grigio-azzurre del Miocene come "Mame ad orbolina", a permeabilità bassa, a luoghi medio-bassa.

Calcari detritici organogeni alternati a calcari mamoso-arenacei del Miocene come "Calcari di Guadagnolo" e "Mame del Cerrognà" a permeabilità bassa a luoghi medio-bassa.

Calcari e calcari mamosi con seste, mame e mame calcaree del Langhiano inferiore-Aquitaniano come "Bisciaro" a permeabilità bassa a luoghi medio-bassa.

**CLASSE H**



**Complesso dei Flysch**

*Olistostromi:* Flysch Cretaceo-Oligocenici e Pliocenici a permeabilità bassa.

*Flysch a componente dominante arenacea o conglomeratico-arenacea:* Associazioni arenaceo-conglomeratiche, arenacee, arenaceo-pelliche del Miocene medio-superiore come "Flysch della Laga", "Mascigno", "Mamoso-arenacea" a scarsa circolazione idrica entro calcareniti o limitata nei campi di fratture.

*Flysch a componente dominante arenaceo o arenaceo-pellico:* Associazioni arenacea, arenaceo-pellica, pellico-arenacea in strati del Cretaceo superiore-Miocene superiore come "Flysch Frosinone" e "Mamoso-arenacea" a scarsa circolazione idrica entro calcareniti o limitata nei campi di fratture.

Associazione arenaceo-pellica del Cretaceo superiore-Miocene superiore come "Flysch Pietraforte", a bassa circolazione idrica entro i banchi o le coltri di alterazione ed ha influenza sulla stabilità dei versanti.

*Flysch a componente dominante pellico o arenaceo-pellico:* Associazione pellico-arenacea in strati del Miocene medio-superiore come "Flysch Frosinone" e "Mamoso-arenacea" a permeabilità estremamente bassa e modesta circolazione idrica entro singoli banchi o coltri d'alterazione ed ha influenza sulla stabilità versanti.

*Flysch a componente dominante calcareo marnoso, subordinatamente argilloso-arenaceo o conglomeratico-arenacea:* Calcari mamosi, calcari microdetritici e brecciole calcaree, intercalazioni di mame grigie e varicolori, argillosisti, calcari tipo "Palombino" e arenarie tipo "Pietraforte" a componente calcarea del Cretaceo superiore-Oligocene come "Flysch della Tofa", a permeabilità molto bassa. Se disposto come dorsale carbonatica sono presenti acquiferi continui perennemente ricaricati ma di bassa potenzialità: se gli strati sono disposti a giacitura caotica sono presenti piccole falde disperse in ammassi scarsamente rialimentati.

Calcareniti e calcari organogeni, calcari, calcarei arenacei, brecciole calcaree, calcareniti con alghe, briozoi, echinidi, ecc. del Miocene inferiore a permeabilità media, primaria e secondaria. Se gli strati sono in continuità sono presenti acquiferi, se intercalati a depositi silico-clastici acquiferi di modesta entità solo locali. Calcari mamosi tipo Pietra Paesina del Creta superiore-Oligocene. Flysch caotici dispersi in ammassi presenti solo per poche falde scarsamente rialimentate.

*Argille con gessi:* Mame e argille grigie con sabbie o gessi, molasse, conglomerati e frustoli carboniosi del Miocene superiore a permeabilità estremamente bassa.



COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

RLT\_ES-002.1  
Pagina 14/35

**CLASSE I**

**Complesso della Scaglia**

**Scaglia cinerea:** Marna laminata dell'Oligocene come "Forte superiore della Scaglia Cinerea" a bassa permeabilità, marna e calcari marnosi dell'Oligocene come "Scaglia cinerea" a bassa permeabilità, marna calcarea dell'Oligocene come "Scaglia cinerea variegata" a bassa permeabilità.

**Scaglia cinerea di transizione:** Calcari biancastri, detritico organogeni, marna a permeabilità bassa ovvero variabile in funzione della presenza della frizione calcarea.

**Scaglia:** Calcari marnosi e marna calcarea del Cretaceo superiore-Eocene come "Scaglia rossa" a permeabilità bassa ovvero variabile in funzione di carsismo e fratturazione, calcari e calcari marnosi con selce e livelli bituminosi del Cretaceo superiore-Eocene come "Scaglia bianca" a permeabilità bassa ovvero variabile in funzione di carsismo e fratturazione, Marna e calcari vari okridi del Cretaceo superiore-Eocene come "Scaglia variegata" a permeabilità bassa ovvero variabile in funzione di carsismo e fratturazione, Marna calcarea del Cretaceo superiore-Eocene come "Scaglia cinerea variegata" a bassa permeabilità ovvero variabile in funzione di carsismo e fratturazione.

**Scaglia di transizione:** Calcari detritico e organogeno e marna possenti inferiormente a calcari marnosi tipo "Scaglia", a permeabilità bassa o variabile in funzione della quantità detritica e dell'assetto strutturale, spesso con circolazione idrica di importanza regionale.

**CLASSE II**

**Complesso delle Marna, Marna calcarea e Dolomia**

**Marna e Fusoidi:** Calcari marnosi arenosi a marna argillose, letti di selce, cisti argillose del Cretaceo inferiore-medio come "Marna a fusoidi" a permeabilità scarsa e spesso con ruolo di acquiclude.

**Marna a ammoniti:** Marna e calcari marnosi in alternanza con noduli selce con selce del Lias medio-superiore come "Rosso ammonitico" a permeabilità scarsa e ruolo di acquiclude di importanza regionale se legata a certe situazioni geologico-strutturali.

**Dolomia:** Dolomia, calcari dolomitici, calcari e calcari marnosi saccharoidi o cariste del Triassico superiore come "Dolomia triassica" a permeabilità bassa e falde con regolare scorrimento perenni al contatto con carbonati e spesso finge da acquiclude essendo un limite di permeabilità.

**CLASSE III**

**Complesso dei Calcari di bacine**

**Ambrosio:** Calcari ben stratificati con selce ed intercalazioni detritiche nelle facies di transizione del Malm superiore-Cretaceo superiore come "Ambrosio" a permeabilità media per fratturazione e carsismo, possibile presenza di falde sospese e/o sorgenti limitate in funzione della fratturazione per motivi tettonici, se come falde basali hanno coperture emergenti che alimentano corri d'acqua perenni.

**Calcari detritici granulari, marnosi, selciferi ad Aptici, Marna e Fusoidi, calcari e Filamenti e calcari diazigrati:** Calcari marnosi sottilmente stratificati con molta selce ed intercalazioni detritiche in bacina, calcari massiccio detritico, diazigrati e calcari dolomitici detritici con ammoniti del Dogger-Malm appartenenti a diverse formazioni eteropiche a permeabilità bassa che danno luogo a falde poco significative e scarsamente rialimentazione dal carsismo.

**Chiodate e calcari selciferi:** Calcari marnosi stratificati in selce ed intercalazioni di calcari detritici e, raramente, marna argillose del Lias medio-superiore come "Chiodate" a permeabilità varia per fratturazione e carsismo. Se le falde sono sospese, le sorgenti sono limitate, se è presente come falda di base sono presenti coperture emergenti che alimentano anche corri d'acqua perenni.

**CLASSE IV**

**Complesso del Calcarea massiccio e dei Calcari della Serie Laziale-Abruzzese**

**Calcarea massiccio:** Calcari in ammassi e banchi anche oolitici, pisolittici, dolomitici, con coralli e alghe del Lias come "Calcarea massiccio" a notevole infiltrazione che diviene elevata con presenza di carsismo omogeneamente distribuito. Sono di acquiferi basali estesi e ben riciclati con sorgenti notevoli e regime regolari.

**Calcari detritici, micritici, microcristallini, oolitici con intercalazioni dolomitiche, calcari organogeni della Serie Laziale-Abruzzese:** Calcari in ammassi e banchi con coralli, dolomitici, oolitici e pisolittici anche con selce del Lias medio-Cretaceo superiore come "Serie Laziale-Abruzzese" e particolare permeabilità che condiziona l'intero dominio con falde imponenti drenanti verso grandi sorgenti, estesi reticoli di fratture uniformi con infiltrazioni estese e reticoli carsici ancora attivi.

**Calcari a banchi marnosi e dolomitici del Lias medio-Cretaceo superiore come "Serie Laziale-Abruzzese" e particolare permeabilità che condiziona l'intero dominio con falde imponenti drenanti verso grandi sorgenti, estesi reticoli di fratture uniformi con infiltrazioni estese e reticoli carsici ancora attivi.**

**Calcari, dolomia saccharoidi e microcristallina del Lias medio-Cretaceo superiore come "Serie Laziale-Abruzzese" e particolare permeabilità che condiziona l'intero dominio con falde imponenti drenanti verso grandi sorgenti, estesi reticoli di fratture uniformi con infiltrazioni estese e reticoli carsici ancora attivi.**

**Calcari bianchi cristallini del Lias medio-Cretaceo superiore come "Serie Laziale-Abruzzese" e particolare permeabilità che condiziona l'intero dominio con falde imponenti drenanti verso grandi sorgenti, estesi reticoli di fratture uniformi con infiltrazioni estese e reticoli carsici ancora attivi.**

**Calcari con Rudiste, Coralli, Acteonelle e Nerinee e breccie calcarea del Lias medio-Cretaceo superiore come "Serie Laziale-Abruzzese" e particolare permeabilità che condiziona l'intero dominio con falde imponenti drenanti verso grandi sorgenti, estesi reticoli di fratture uniformi con infiltrazioni estese e reticoli carsici ancora attivi.**

**Breccie monogeniche e poligeniche calcarea anche fossilifere del Lias medio-Cretaceo superiore come "Serie Laziale-Abruzzese" e particolare permeabilità che condiziona l'intero dominio con falde imponenti drenanti verso grandi sorgenti, estesi reticoli di fratture uniformi con infiltrazioni estese e reticoli carsici ancora attivi.**



COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

RLT\_ES-002.1  
Pagina 15/35

**CLASSE O**



**Complesso del Calcare Cavernoso**

*Calcare Cavernoso:* Calcari e calcari dolomiti brecciatati e vacuolari del Triassico superiore come "Calcare cavernoso" a permeabilità molto elevata anche per fratturazione e carsismo.

**CLASSE P**



**Complesse delle Filaří**

*Filaří:* Scisti filladici e argillosi del Triassico facenti parte del "Basamento metamorfico" a scarso assorbimento, assenza di falde libere e/o significative, potenzialità degli acquiferi trascurabile.

**CLASSE Q**



**Complesso dei Lapilli, Scorie e Pozzolane**

*Scorie e lapilli:* Scorie e lapilli saldate, stratificate, conici di scorie e blocchi lavici eterogenei del Pleistocene a permeabilità da media a medio-alta.

Strati e lenti di cenere e lapilli passanti a livelli di tufo anche con Lahar del Pleistocene a permeabilità da scarsa a bassa.

*Pozzolane:* Ignimbriti refrattico-leucitiche a matrice cineritica, massiva e incrostanti del Pleistocene come "Tufo di Villa Senni", "Pozzolane superiori", "Pozzolane", "Pozzolane nere e rosse", "Ignimbrite A e B" a permeabilità variabile da media a medio-alta, con permeabilità verticale funzione della presenza di paleosuoli dell'ordine metrico.

Ignimbriti refrattico-leucitiche a matrice cineritica massiva e incrostanti del Pleistocene come "Depositi cineritici interni al recinto calcareo" con permeabilità bassa.

*Facies piroclastiche:* Eruzioni finali con breccie piroclastiche, tuffi stratificati traditico-fonolitici, cineriti e blocchi lavici del Pleistocene spesso fittamente stratificati anche con livelli tuffici e limo-palustri a permeabilità variabile verticale e orizzontale, da molto bassa a medio-bassa.

**CLASSE R**



**Complesso delle Lave Saturo e Sottosature**

*Lave sovransare e laccolate:* Lave in domi da riolitiche a quarzo-litiche a struttura vitrofirica del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore a permeabilità da media a medio-alta con estesa rete di fratture e presenza di falde produttive di ottima fattura.

*Lave sottosature e sature:* Da Leuciti a Tefritofonolitiche o basalti anche in dicchi e colate del Pleistocene permeabilità da media a medio-alta con estesa rete di fratture e presenza di falde produttive di ottima fattura e Lave quarzolitiche in domi talora traditico quarzifere del Pleistocene da media a medio-alta con estesa rete di fratture e presenza di falde produttive di ottima fattura.

**CLASSE S**



**Complesso dei Tufi e delle Tuffiti**

*Tufi prevalentemente lioidi:* Colate piroclastiche massiva e caotiche del Pleistocene come "Vulcanite di Orano", "Tufo giallo lioide vulsino e sabatino", "Ignimbrite C" (tufo lioide a scorie nere), "Tufo limonato", "Peperino" a permeabilità bassa: se i tufi si presentano neolitizzati o se hanno subito raffreddamenti rapidi la permeabilità è media specie se fratturati.

*Tufi stratificati, argilli e argilli arenosi:* Lenti, strati, livelli di marre, limi, sabbie con elementi vulcanici anche con livelli diatomitici, paleosuoli, da pomici e lapilli a cenere finissime con talvolta incrostazioni travertinose del Pleistocene composte da varie e diverse facies e formazioni con permeabilità da molto bassa a bassa.

**CLASSE T**



**Doline e forme Carsiche**

*Doline, cavigli carsici e forme carsiche:* Forme carsiche generalizzate e di particolare estensione, comunque apprezzabile.

Fig. 8- Carta Geolitologica – Legenda- (da Piano di Tutela delle Acqua Regione Lazio)



COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

RLT\_ES-002.1  
Pagina 16/35

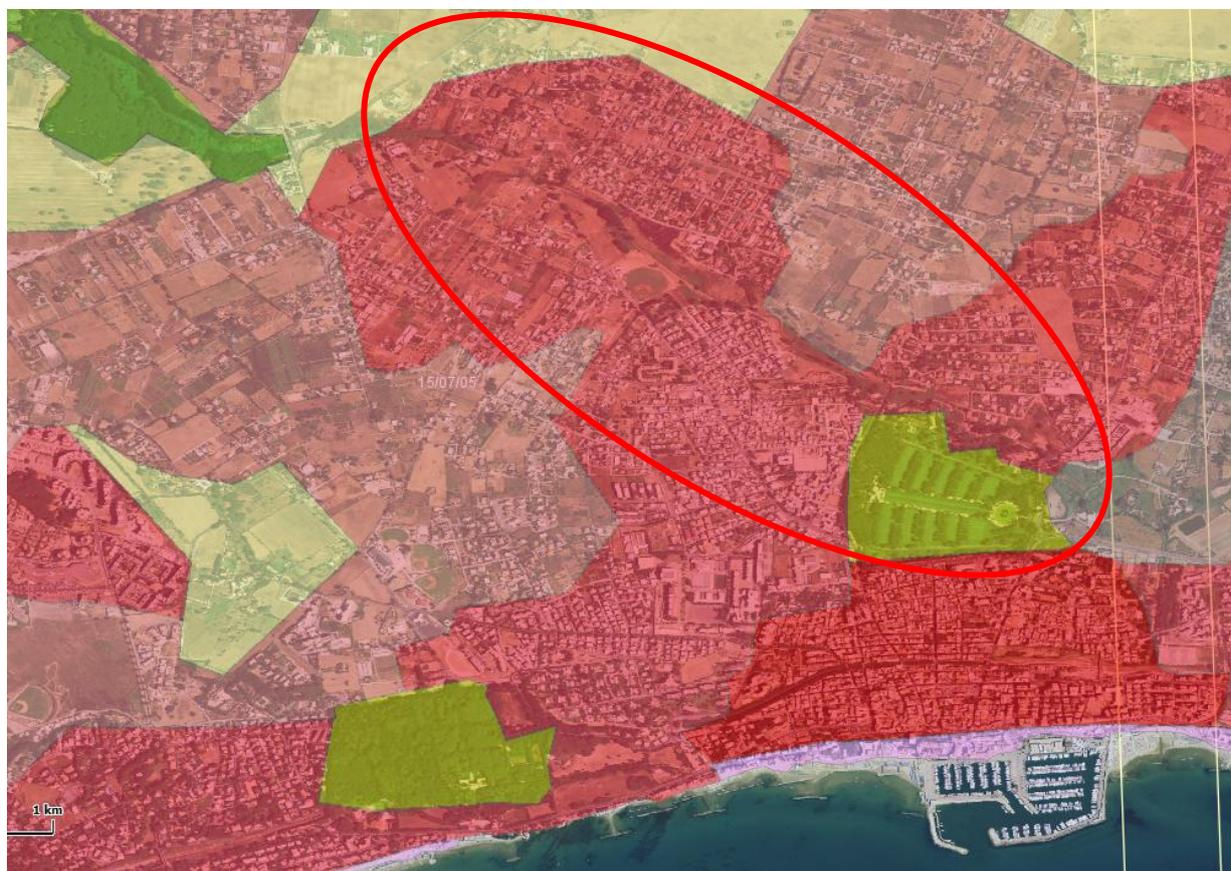


Fig. 9: Carta dell'Uso del Suolo

Fig. 10: Carta dell'Uso del Suolo-Legenda

Corine Land Cover 2006	
	1.1.1. Tessuto urbano continuo
	1.1.2. Tessuto urbano discontinuo
	1.2.1. Aree industriali o commerciali
	1.2.2. Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori
	1.2.3. Aree portuali
	1.2.4. Aeroporti
	1.3.1. Aree estrattive
	1.3.2. Discariche
	1.3.3. Cantieri
	1.4.1. Aree verdi urbane
	1.4.2. Aree sportive e ricreative
	2.1.1. Seminatavi in aree non irrigue
	2.1.2. Seminatavi in aree irrigue
	2.1.3. Risaie
	2.2.1. Vigneti
	2.2.2. Frutteti e frutti minori
	2.2.3. Uliveti
	2.3.1. Prati stabili
	2.4.1. Colture annuali associate e colture permaner
	2.4.2. Sistemi colturali e particellari permanenti
	2.4.3. Aree prev. occup.da colture agrarie, con spaz
	2.4.4. Aree agroforestali
	3.1.1. Boschi di latifoglie
	3.1.2. Boschi di conifere
	3.1.3. Boschi misti
	3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quo
	3.2.2. Brughiere e cespuglieti
	3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilia
	3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in e
	3.3.1. Spiagge, dune, sabbie
	3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
	3.3.3. Aree con vegetazione rada
	3.3.4. Aree percorse da incendi
	3.3.5. Ghiacciai e nevi perenni
	4.1.1. Paludi interne
	4.1.2. Torbiere
	4.2.1. Paludi salmastre
	4.2.2. Saline
	4.2.3. Zone intertidali
	5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie
	5.1.2. Bacini d'acqua
	5.2.1. Lagune
	5.2.2. Estuari

	<p><b>COMUNE DI NETTUNO</b>  <b>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA</b>  <b>SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</b>  <b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<p>RLT_ES-002.1          Pagina 18/35</p>
---	---	---

### **3.4 Climatologia**

#### ***3.4.1 Precipitazioni***

La provincia di Roma è interessata da un macrobioclima mediterraneo caratterizzato da un bioclima pluviostagionale-oceanico.

Dalle informazioni dedotte in parte dalle stazioni termopluviometriche dell'SIMN di Roma ed in parte dalle stazioni agronomiche dell'ARSIAL si evince che la precipitazione cumulata media annuale per la stazione di Anzio è di 719 mm, mentre i giorni piovosi dell'anno sono in media 86. Gli ultimi anni risultano caratterizzati da una diminuzione della piovosità più marcata nel periodo da ottobre a dicembre.

Per lo svolgimento degli studi sulle portate di piena sono disponibili i dati rilevati dalle stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. È inoltre a disposizione dell'ABR la banca dati creata nell'ambito del progetto VAPI (CNR), che ha curato la regionalizzazione delle misure di precipitazioni di forte intensità.

Si rileva come molte serie di misure siano fortemente discontinue e che la distribuzione delle stazioni non copra uniformemente il territorio, specie nelle aree a quote più elevate.

#### ***3.4.2 Temperature***

L'area vasta della Provincia di Roma è caratterizzata da un clima mite e piuttosto uniforme; in particolare l'area in oggetto ricade nella zona climatica "C" a cui corrisponde un valore di circa 1220 gradi-giorno.

Anche per i dati di temperatura sono disponibili le misure rilevate dalle stazioni del Servizio idrografico relative all'intervallo temporale 1951-1999, le uniche che presentino serie sufficientemente estese e omogenee. Questi dati termometrici sono stati integrati utilizzando quelli contenuti nel lavoro di Blasi (1994) edito dalla Regione Lazio. Si riportano di seguito i dati della stazione di Ardea più vicina all'area in oggetto.

*Tabella 2: Temperature medie mensili ed annue*

Staz.	Quota	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Media
Ardea	37	8,26	9,25	11,06	13,88	17,32	20,84	22,91	22,72	20,02	16,07	11,55	8,89	15,23

	<p><b>COMUNE DI NETTUNO</b>  <b>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA</b>  <b>SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</b>  <b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<p>RLT_ES-002.1          Pagina 19/35</p>
---	---	---

## **4. Analisi pluviometrica**

### **4.1 Metodologia utilizzata**

Come accennato, le procedure utilizzate per la determinazione delle portate di piena sono di tipo indiretto, eseguite, cioè, mediante analisi statistica delle osservazioni pluviometriche e l'impiego di modelli afflussi-deflussi.

Per quanto riguarda l'analisi delle precipitazioni e la determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSPP) si sono adottati i criteri, le metodologie ed i risultati proposti nello "*Studi per l'aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico*", sviluppato nell'ambito della convenzione tra l'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio ed il Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile dell'Università di Roma Tre (D.S.I.C).<sup>1</sup>

### **4.2 Analisi con i metodi regionalizzazione**

La metodologia utilizzata in questo caso fa riferimento a quella proposta su scala regionale e nazionale dal progetto VAPI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). In particolare si è fatto riferimento alle analisi pluviometriche effettuate dall'U.O. 1.34, le cui risultanze sono contenute anche nella pubblicazione "*Sintesi del rapporto regionale nei bacini delle sezioni idrografiche di Roma e Pescara*" e al successivo "*Studi per l'aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico*" precedentemente richiamato.

In questi studi viene adottato un modello probabilistico a doppia componente (TCEV), che interpreta gli eventi massimi annuali come risultato di una miscela di due popolazioni distinte di eventi (eventi massimi ordinari ed eventi massimi straordinari). Tale modello al terzo livello è stato modificato mediante l'introduzione di un modello a tre parametri.

Le elaborazioni relative all'applicazione di tale modello fanno riferimento ad una procedura di regionalizzazione gerarchica in cui i parametri vengono valutati a scale regionali differenti, in funzione dell'ordine statistico.

Nel programma VAPI è stata effettuata l'analisi statistica dell'intera informazione idrologica su base regionale delle piogge massime giornaliere; tale informazione è stata successivamente integrata con l'analisi delle piogge intense di breve durata.

---

<sup>1</sup> Tale studio è stato approvato con Delibera n.6 del 21 novembre 2003 del Comitato Istituzionale dell'Autorità dei Bacini Regionali, pubblicata sul BUR del 20 gennaio 2004.

	<p><b>COMUNE DI NETTUNO</b>  <b>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA</b>  <b>SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</b>  <b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<p>RLT_ES-002.1  Pagina 20/35</p>
---	---	---------------------------------------

In dettaglio l'analisi dei parametri di forma è stata effettuata all'interno del primo livello di regionalizzazione: si è ipotizzato, infatti, che tali parametri, poiché dipendono da fattori essenzialmente climatici, siano costanti in senso statistico in ampie aree geografiche, zone omogenee.

L'analisi del parametro di scala della distribuzione viene effettuata all'interno del secondo livello di regionalizzazione, che riguarda contemporaneamente i parametri di forma e di scala della distribuzione delle piogge. Si assume che il parametro di scala sia costante in aree geografiche omogenee più piccole contenute all'interno delle zone omogenee precedentemente identificate al primo livello di regionalizzazione (sottozone omogenee).

Nel progetto VAPI l'analisi delle piogge giornaliere ha portato alla determinazione che il territorio regionale sia suddiviso in tre regioni pluviometricamente omogenee (A, B, C).

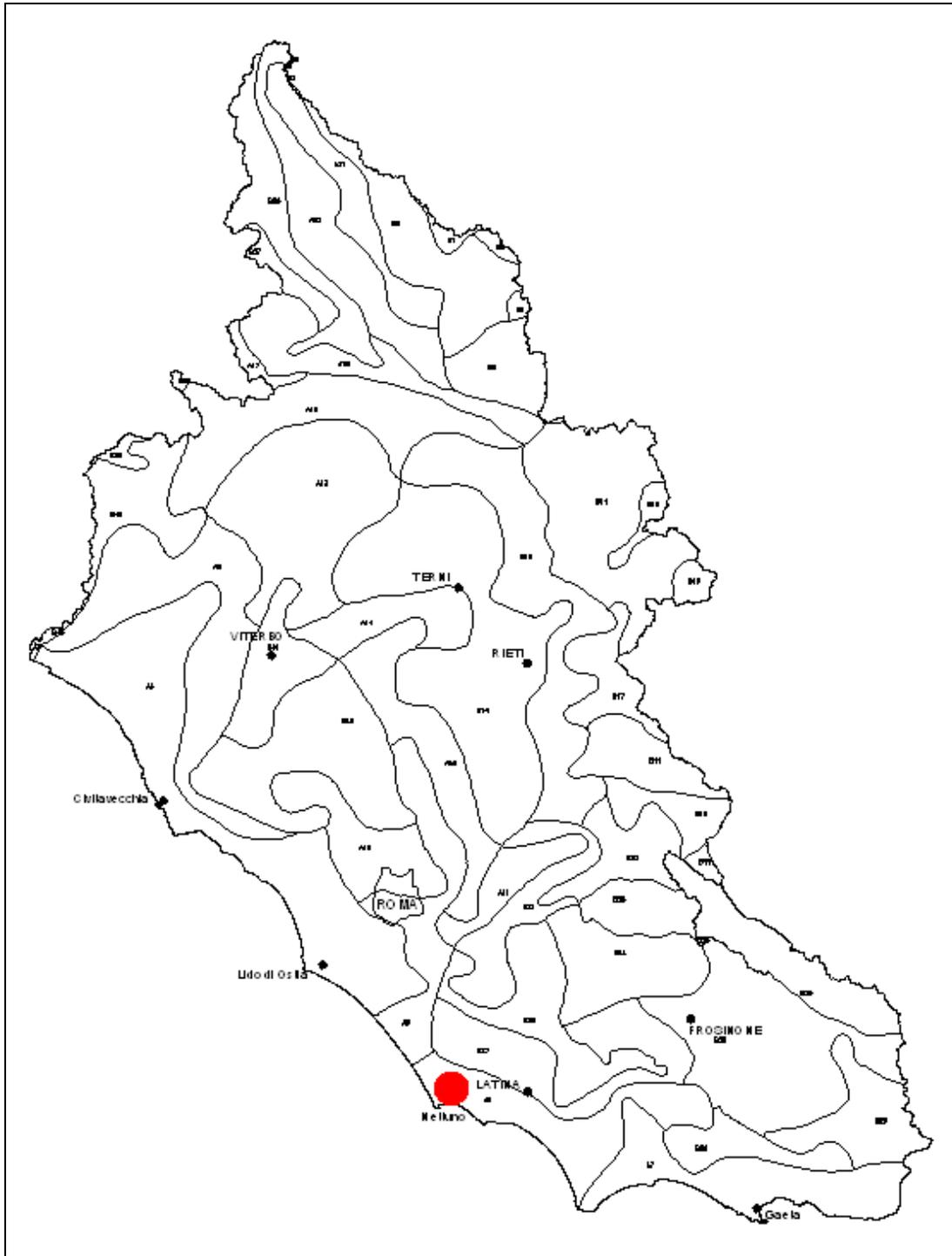
Relativamente alle piogge brevi e intense, considerata la limitatezza dei dati pluviografici rispetto alla quantità di dati pluviometrici, è stato elaborato un modello probabilistico, che impiega l'informazione regionale dei massimi annuali delle piogge giornaliere.

Il terzo livello di regionalizzazione per le piogge di massima intensità e breve durata è stato svolto seguendo la procedura del *Metodo delle zone omogenee* con il quale sono state individuate 78 aree pluviometriche omogenee (APO) [vedi figura 11]



COMUNE DI NETTUNO  
RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA  
SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IDROLOGICA

RLT\_ES-002.1  
Pagina 21/35



*Figura 11: Regione Lazio-Terzo livello di regionalizzazione-Aree pluviometriche omogenee*

Lo studio VAPI è stato finalizzato a stabilire la specifica relazione durata-intensità-frequenza per le diverse APO, attraverso una legge del tipo:



$$i_t(T) = i_0(T) \times \left( \frac{b}{b+t} \right)^m$$

dove  $i_0$  è l'intensità istantanea con tempo di ritorno T. La pioggia indice è data dalla media di  $i_t$ , che risulta dalla:

$$\mu_{it} = \mu_{i0} \times \left( \frac{b}{b+t} \right)^m$$

dove  $\mu_{i0}$  è la media dell'intensità istantanea.

Il coefficiente di crescita vale quindi:

$$k = \frac{i_t}{\mu_{i0}} \times \left( \frac{b+t}{b} \right)^m$$

dove i parametri  $m$  (deformazione temporale) e  $b$  sono stati assunti indipendenti dal tempo e pari rispettivamente a:

$$b = \frac{1 - 0.0833 \times r^{1/m}}{r^{1/m} - 1}$$

$$m = \frac{\ln \left( \frac{\mu_{i0}}{\mu_{i24}} \right)}{\ln \left[ 1 + \frac{24 \times (r^{1/m} - 1)}{1 - 0.0833 \times r^{1/m}} \right] - 1}$$

Per la determinazione dei parametri suddetti sono state fatte le seguenti ipotesi:

- L'intensità di pioggia media di 24 ore è proporzionale all'intensità media giornaliera e il coefficiente di proporzionalità è stato assunto costante su tutto il territorio e pari a 1,15;
- Il rapporto  $r$  tra l'intensità media della pioggia di 5 minuti e quella della pioggia oraria è costante su tutta l'area esaminata e pari a 3,36;
- Nelle zone omogenee identificate per i valori massimi giornalieri dell'anno, l'intensità istantanea media è dipendente dalla quota altimetrica della stazione pluviometrica.

Di seguito si riportano i valori dei parametri di regionalizzazione dedotti dallo studio citato.

	<b>COMUNE DI NETTUNO</b> <b>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA</b> <b>SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	RLT_ES-002.1 Pagina 23/35
---	--	------------------------------

*Tabella 3 - Valori dei parametri  $\Lambda^*$ ,  $\Theta^*$ ,  $\Lambda_1$  e  $\beta$  (1° e 2° livello di regionalizzazione)*

	$\Lambda^*$	$\Theta^*$	$\Lambda_1$	$\beta$
Regione A	0,174	3,49	29,31	4,48

Il bacino idrografico oggetto dello studio ricade nella Regione A, Sottozona omogenea A6 (vedi fig. 11).

Sulla base dei parametri su riportati si è proceduto alla completa identificazione della funzione TCEV per l'area interessata, determinando i fattori di crescita per i tempi di ritorno considerati, che si riportano nella tabella seguente.

*Tabella 4 – Fattori di crescita  $K_T$  delle piogge orarie per la regione A*

SZO	Tempo di ritorno (Tr=anni)				
	10	50	100	200	500
A6	1,49	2,45	2,98	3,52	4,23

*Tabella 5 – 3° liv. di regionalizzazione – param. della regressione della media sulla quota*

SZO	C	D
A6	0,13518	66,15

*Tabella 6 – 3° liv. di regionalizzazione – parametri regionali delle relazioni IDF*

SZO	b	m	$\mu_{i0}/\mu_{i24}$
A6	0,1137	0,6955	41,50

#### **4.2.1 Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica**

Sulla base dei parametri precedentemente determinati è stato possibile determinare, per ciascun fissato tempo di ritorno  $Tr$ , l'intensità di pioggia per ciascuna durata mediante l'espressione:

$$i(Tr, t) = \mu_{i0}(t) \times K_T(Tr) * \left( \frac{b}{b+t} \right)^m$$

	<p><b>COMUNE DI NETTUNO</b>  <b>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA</b>  <b>SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</b>  <b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<p>RLT_ES-002.1          Pagina 24/35</p>
---	---	---

dove:

- $\mu_{i0}(t)$  è la pioggia indice che è posta pari alla media dei valori massimi annuali ricavabile dal campione di dati disponibile per l'area in esame;
- $K_T(Tr)$  è il fattore di crescita su richiamato o coefficiente amplificativo, funzione del tempo di ritorno.
- $b$  ed  $m$  sono parametri ottenuti al 3° livello di regionalizzazione.

Di seguito si riportano per ciascuna sottozona omogenea d'interesse l'equazioni delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSPP).

Per la sottozona SZO A6

Per il bacino del fosso Tinozzi-Cacamele di altitudine media di 35 ms.m.

$$i(10,t) = 209 * \left( \frac{0,1137}{0,1137 + t} \right)^{0,6955}$$

$$i(50,t) = 343 * \left( \frac{0,1137}{0,1137 + t} \right)^{0,6955}$$

$$i(100,t) = 417 * \left( \frac{0,1137}{0,1137 + t} \right)^{0,6955}$$

$$i(200,t) = 493 * \left( \frac{0,1137}{0,1137 + t} \right)^{0,6955}$$

Tali espressioni sono state successivamente riprodotte nel grafico seguente.

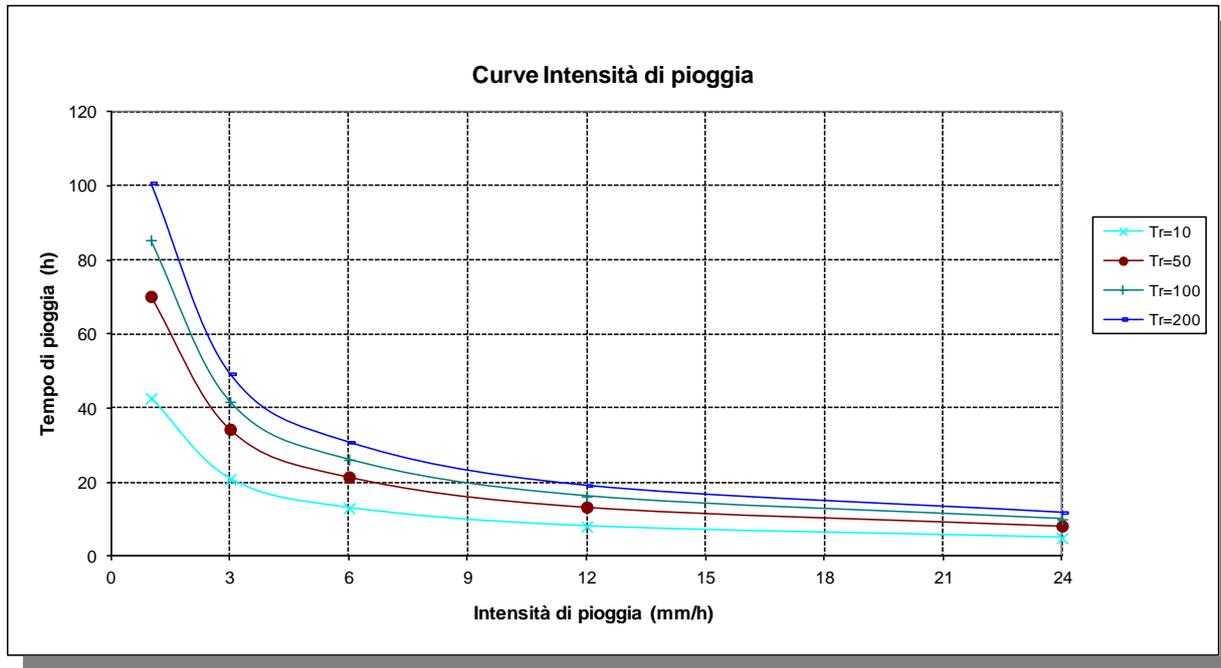


Figura 12: SZO A6 – Fosso dei Tinozzi –Cacamele – Curve dell'intensità di pioggia  $i(Tr,t)$

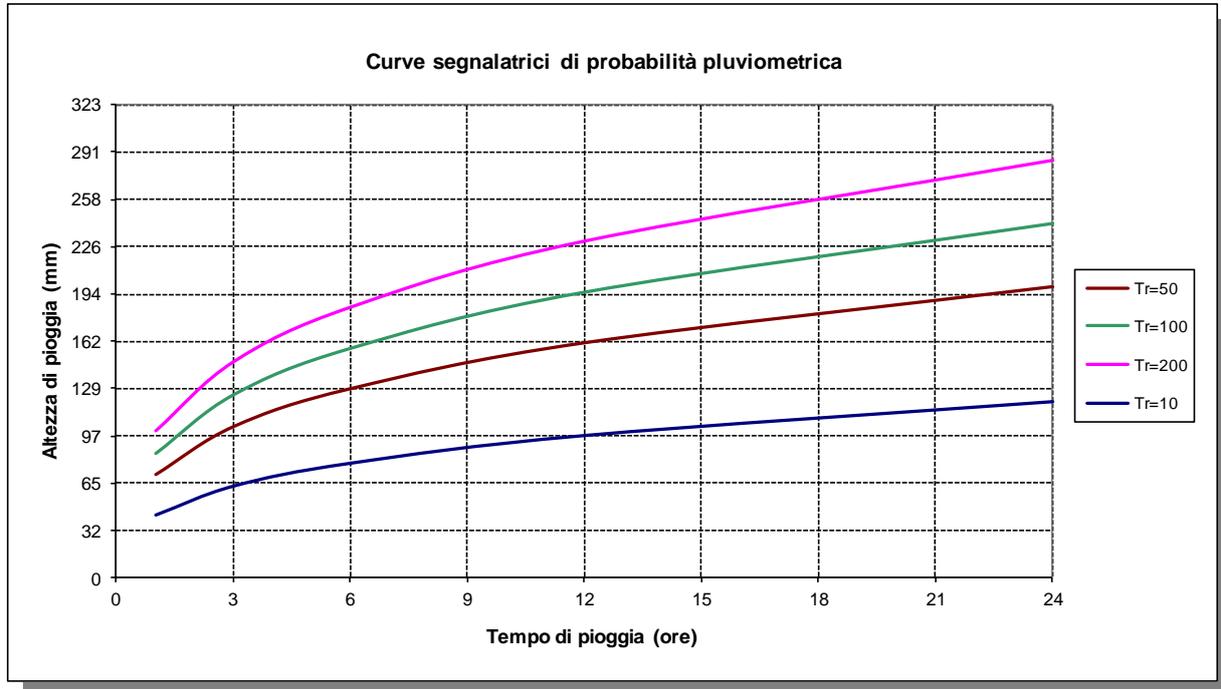


Figura 13: SZO A6 -Fosso dei Tinozzi –Cacamele –Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica  $h(Tr,t)$

	<p>COMUNE DI NETTUNO</p> <p>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</p> <p>RELAZIONE IDROLOGICA</p>	<p>RLT_ES-002.1 Pagina 26/35</p>
---	--	--------------------------------------

## 5. Modello di trasformazione afflussi-deflussi: stima della massima portata al colmo di piena

Per la stima delle portate massime al colmo di piena si è adottato il *metodo della corrivazione* ed in particolare la *formula razionale*.

### 5.1 Ietogrammi di progetto

Vengono utilizzati due diversi ietogrammi di progetto: *ietogramma costante* e *ietogramma Chicago*. Il primo rappresenta una pioggia ad intensità costante per tutta la sua durata, mentre il secondo rappresenta meglio alcune caratteristiche delle piogge osservate, come la presenza del picco d'intensità, le precipitazioni antecedenti e seguenti l'istante di picco ed il volume totale. In qualsiasi caso nello ietogramma Chicago, la massima altezza di precipitazione cumulata su qualsiasi durata è sempre pari all'altezza di precipitazione dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica per la medesima durata.

Nello ietogramma Chicago viene fissato al tempo  $0,4 \times T_p$  il valore del picco d'intensità dall'inizio della pioggia, come consigliato da vari autori.

Pertanto le equazioni che descrivono lo ietogramma sono:

$$i(t) = n \times a * \left( \frac{r \times t_p - t}{r} \right)^{n-1} \dots\dots\dots t < r \times t_p \quad [5.1]$$

$$i(t) = n \times a * \left( \frac{t - r \times t_p}{1 - r} \right)^{n-1} \dots\dots\dots t > r \times t_p \quad [5.2]$$

Per ciascun tempo di ritorno l'istogramma relativo della pioggia di progetto per intervalli temporali di 5 minuti sono riportati di seguito (vedi figg. 14÷17).

Le portate di massima piena sono state valutate nell'ipotesi di piogge critiche con tempi di ritorno di 10, 50, 100 e 200 anni.

### 5.2 Stima del coefficiente di ragguglio o fattore di riduzione areale

Al fine di tenere nel dovuto conto la distribuzione spaziale non uniforme della precipitazione è stato introdotto un coefficiente riduttivo chiamato *fattore di riduzione areale* "r" o *coefficiente di ragguglio*.

Per la determinazione del coefficiente di ragguglio si è fatto riferimento all'elaborazione dell'U.S. Weather Bureau [1958], rappresentata sotto forma di grafico [Chow, 1964; Chow ed

	<p><b>COMUNE DI NETTUNO</b>  <b>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA</b>  <b>SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</b>  <b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<p>RLT_ES-002.1          Pagina 27/35</p>
---	---	---

alii 1988]. Nel presente studio per la determinazione del *fattore di riduzione areale* si è adottata la seguente espressione interpolatrice<sup>2</sup>:

$$r = 1 - e^{-1,1*t^{0,25}} + e^{-1,1*t^{0,25} - 0,00386*A} \quad [5.3]$$

dove:

- $A$  è l'area del bacino in  $\text{km}^2$ ;
- $t$  è il tempo di pioggia

Per il bacino in esame il *fattore di riduzione areale* è risultato pari a 0,99.

### 5.3 Stima del tempo di corrivazione o concentrazione

Il tempo di concentrazione o corrivazione, è stato determinato sulla base delle indicazioni fornite dallo Studio precedentemente citato [cfr. 1], che consiglia sostanzialmente l'adozione di due formulazioni *Giandotti*, e *Kirpich*, per le quali si definiscono anche i relativi campi di applicazione di seguito riportati.

Giandotti:

$$tc(G) = \frac{5 \times \sqrt{A} + 1,875 \times L}{\sqrt{Hm}} \quad (\text{ore}) \quad \text{per bacini di superficie } A > 75 \text{ km}^2 \quad [5.4]$$

Relazione interpolare (PSAI):

$$tc(M) = tc(G) \times \frac{(A-1)}{74} + tc(K) \times \frac{(75-A)}{74} \quad (\text{ore}) \quad \text{bacini di superficie } 1,0 < A < 75 \text{ km}^2 \quad [5.5]$$

Kirpich:

$$tc(K) = 0,93 \times \left( \frac{L}{\sqrt{\frac{Y_{\max}}{L}}} \right)^{0,77} \quad (\text{ore}) \quad \text{per bacini di superficie } A < 1 \text{ km}^2 \quad [5.6]$$

Dove:

- $A$  è l'area del bacino ( $\text{km}^2$ )
- $L$  è la lunghezza dell'asta principale (km)

<sup>2</sup> L'espressione indicata è tratta dalle elaborazioni dell'U.S. Weather Bureau interpolata da Eagleason

	<b>COMUNE DI NETTUNO</b> <b>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA</b> <b>SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	RLT_ES-002.1 Pagina 28/35
---	--	------------------------------

- $H_m$  è l'altitudine media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (m)
- $Y_{max}$  è l'altitudine massima del bacino rispetto alla sezione di chiusura (m).

Il tempo di corrivazione stimato nonché i parametri caratterizzanti il bacino in oggetto sono riportati nella tabella 7 seguente.

*Tabella 7 – Caratteristiche bacino e tempo di corrivazione*

DENOMINAZIONE BACINO	Parametri Bacini				Tempo di corrivazione (ore)		
	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	H <sub>m</sub> (m)	Y <sub>max</sub>	Giand.	S.Reg.	Kirpich
Fosso dei Tinozzi- Cacamele	4,96	4,1	35	60	-	1,20	-

Tuttavia, considerando l'assenza di una rete idrografica naturale evidente e i diffusi interventi di tombamento dell'asta principale ed i colmamenti realizzati dai privati sulle scoline che hanno cancellato quella esistente, si è stimato un tempo aggiuntivo di afflusso alla rete pari a 15 minuti.

Pertanto il tempo di corrivazione finale utilizzato nei calcoli successivi è riportato nella seguente tabella.

*Tabella 8– Tempo di corrivazione finale*

DENOMINAZIONE BACINO	Tempo di corrivazione (ore)
Fosso dei Tinozzi-Cacamele	1,45

#### **5.4 Stima del coefficiente di deflusso**

Per il coefficiente di deflusso  $\phi$  (Tr) del fosso in studio sono stati adottati i valori riportati per il fosso del Loricina (bacino principale) nella relazione finale dal titolo “*Studi per l'aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico*” sviluppato nell'ambito della convenzione tra l'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio ed il Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile dell'Università di Roma Tre (D.S.I.C). I valori adottati, sicuramente cautelativi, sono riportati nella tabella seguente.

	<b>COMUNE DI NETTUNO</b> <b>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA</b> <b>SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	RLT_ES-002.1 Pagina 29/35
---	--	------------------------------

*Tabella 9 – Coefficienti di deflusso*

DENOMINAZIONE BACINO	TEMPO DI RITORNO (TR) ( ANNI)			
	<i>10</i>	<i>50</i>	<i>100</i>	<i>200</i>
Fosso dei Tinozzi-Cacamele	0,26	0,30	0,33	0,36

## 5.5 Stima della portata al colmo e dell'idrogramma di piena

Sono stati utilizzati due distinti metodi: *metodo della corrivazione (formula razionale)* e *metodo del serbatoio lineare*.

Il primo fornisce esclusivamente il valore della portata di piena al colmo, mentre il secondo restituisce l'intero idrogramma di piena.

### 5.5.1 Metodo della corrivazione – formula razionale

Il metodo razionale costituisce una schematizzazione semplificata del fenomeno di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino ed è basato sulla formula:

$$Q(Tr) = 278 \times \phi \times A_b \times i(t_c, Tr) \times r(A_b, t_c) \quad [5.7]$$

dove:

- $Q(Tr)$  è il valore della massima portata al colmo ( $m^3/s$ );
- $t_c$  è il tempo di concentrazione o anche di corrivazione (ore) [vedi paragrafo 5.3];
- $i(t_c, Tr)$  è l'intensità di pioggia (m/h), di durata pari al tempo di concentrazione ( $t_c$ ) e con tempo di ritorno assegnato ( $Tr$ ) con l'ausilio della metodologia indicata nel paragrafo 4.2.1;
- $\phi (Tr)$  è il coefficiente di deflusso del bacino, relativo al tempo di ritorno, parametro che rappresenta le perdite idrologiche [par. 5.4];
- $r (A_b, t_c)$  è il fattore di riduzione areale delle piogge (o coefficiente di ragguglio) [par. 5.2];
- $A_b$  è l'area del bacino ( $km^2$ ).

	<p><b>COMUNE DI NETTUNO</b>  <b>RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA</b>  <b>SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO</b>  <b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<p>RLT_ES-002.1          Pagina 30/35</p>
---	---	---

### 5.5.2 *Metodo del serbatoio lineare*

Tale metodo calcola l'idrogramma mediante un modello che rappresenta il bacino come un unico invaso lineare avente caratteristica  $k=0,7xtc$ .

### 5.5.3 *Stima delle portate di massima piena*

I due metodi adottati forniscono valori delle portate al colmo, per ciascuno dei tempi di ritorno esaminati, molto vicini. Ai fini del progetto in corso si adottano i valori forniti dal metodo dell'invaso lineare, che descrivono l'intero andamento dell'idrogramma. I risultati di dettaglio vengono riportati nei grafici di seguito (vedi figg. 14÷17).

*Tabella 10: Portate di piena ( $m^3/s$ )*

DENOMINAZIONE CORSO ACQUA	TEMPO DI RITORNO (ANNI)			
	<i>10</i>	<i>50</i>	<i>100</i>	<i>200</i>
Fosso dei Tinozzi-Cacamele	<b>10,5</b>	<b>21</b>	<b>29,4</b>	<b>39,4</b>

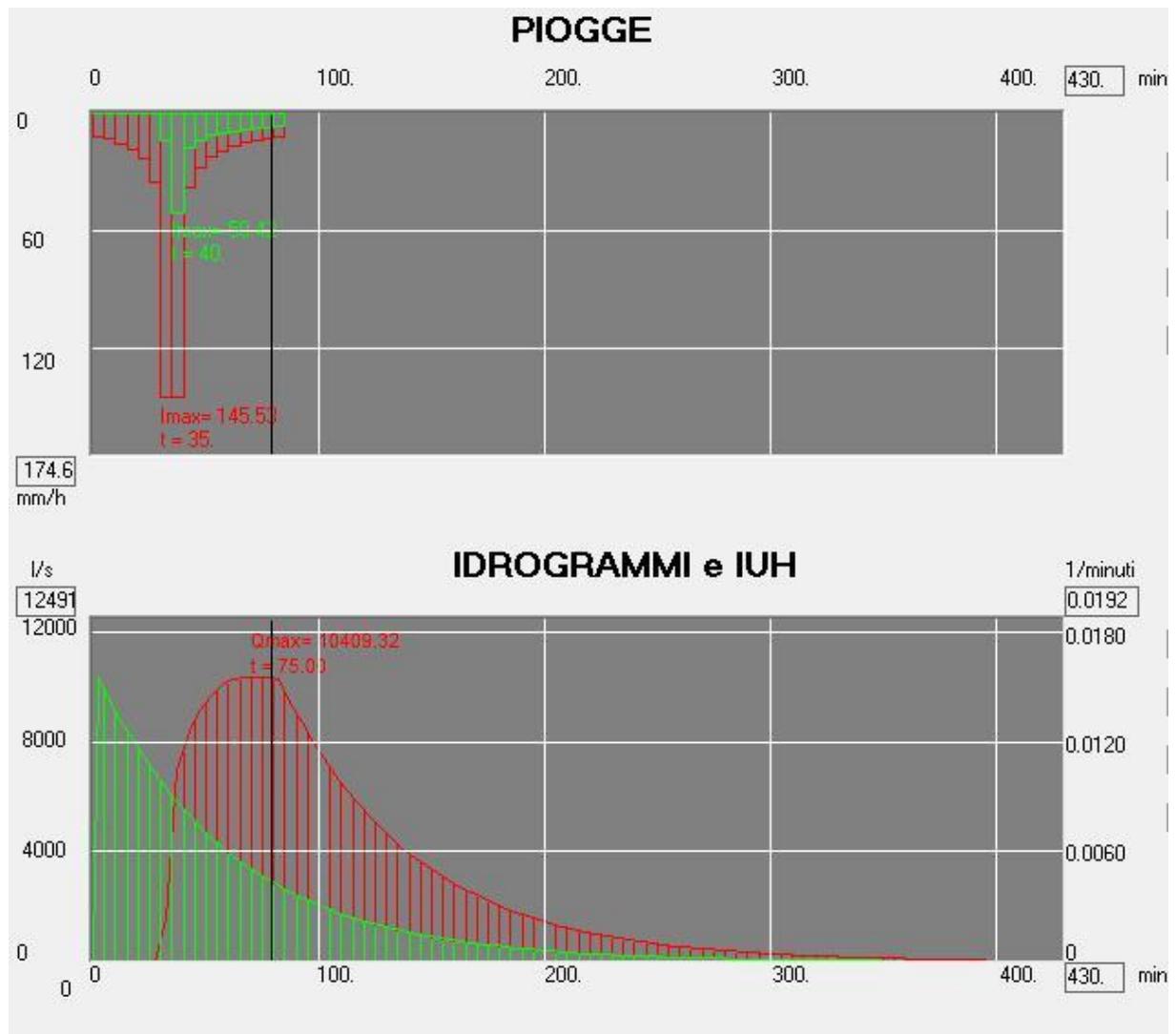


Figura 14: Ietogramma lordo e depurato, idrogramma istantaneo e di piena- per TR=10 anni

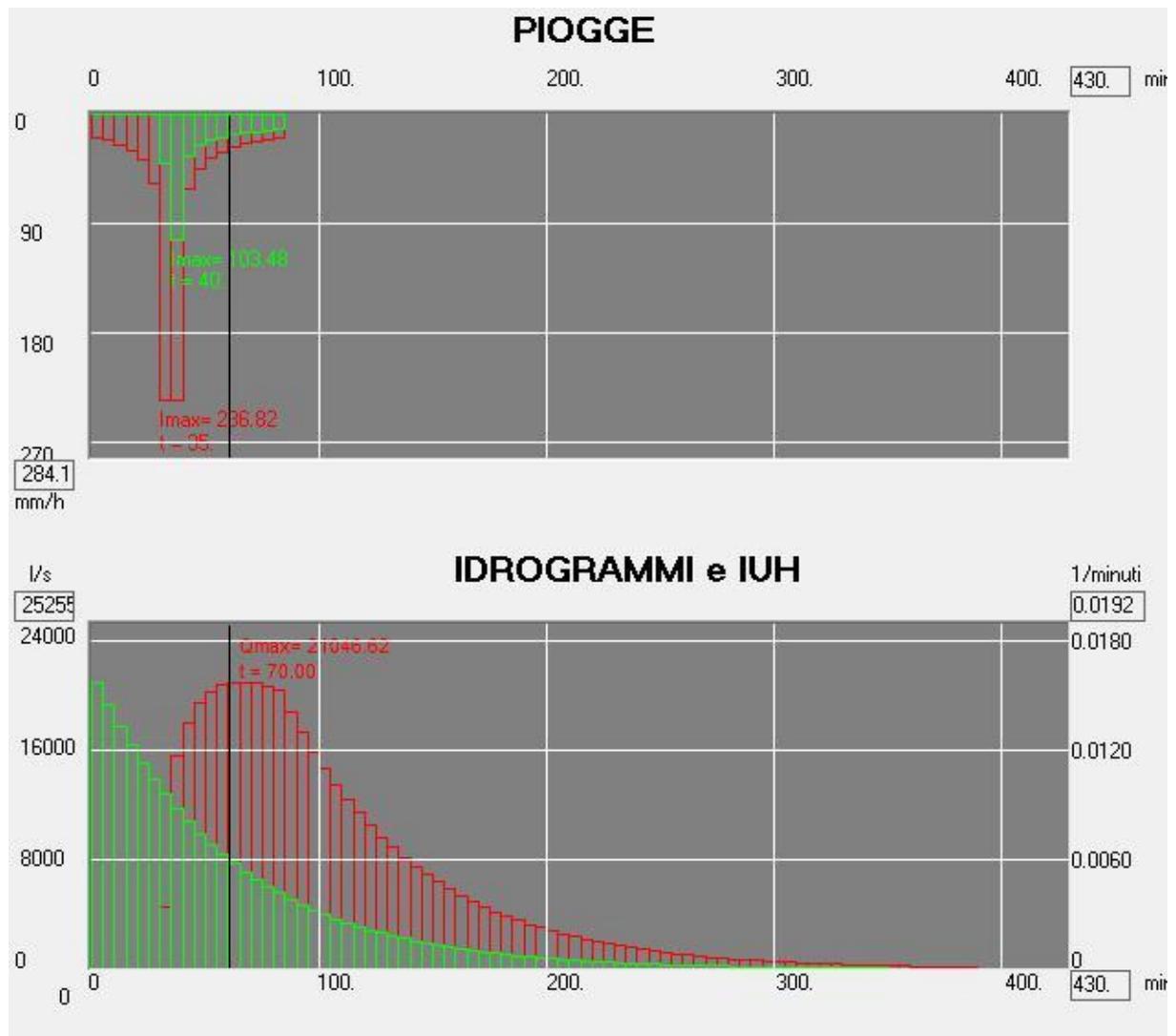


Figura 15: Ietogramma lordo e depurato, idrogramma istantaneo e di piena- per TR=50 anni

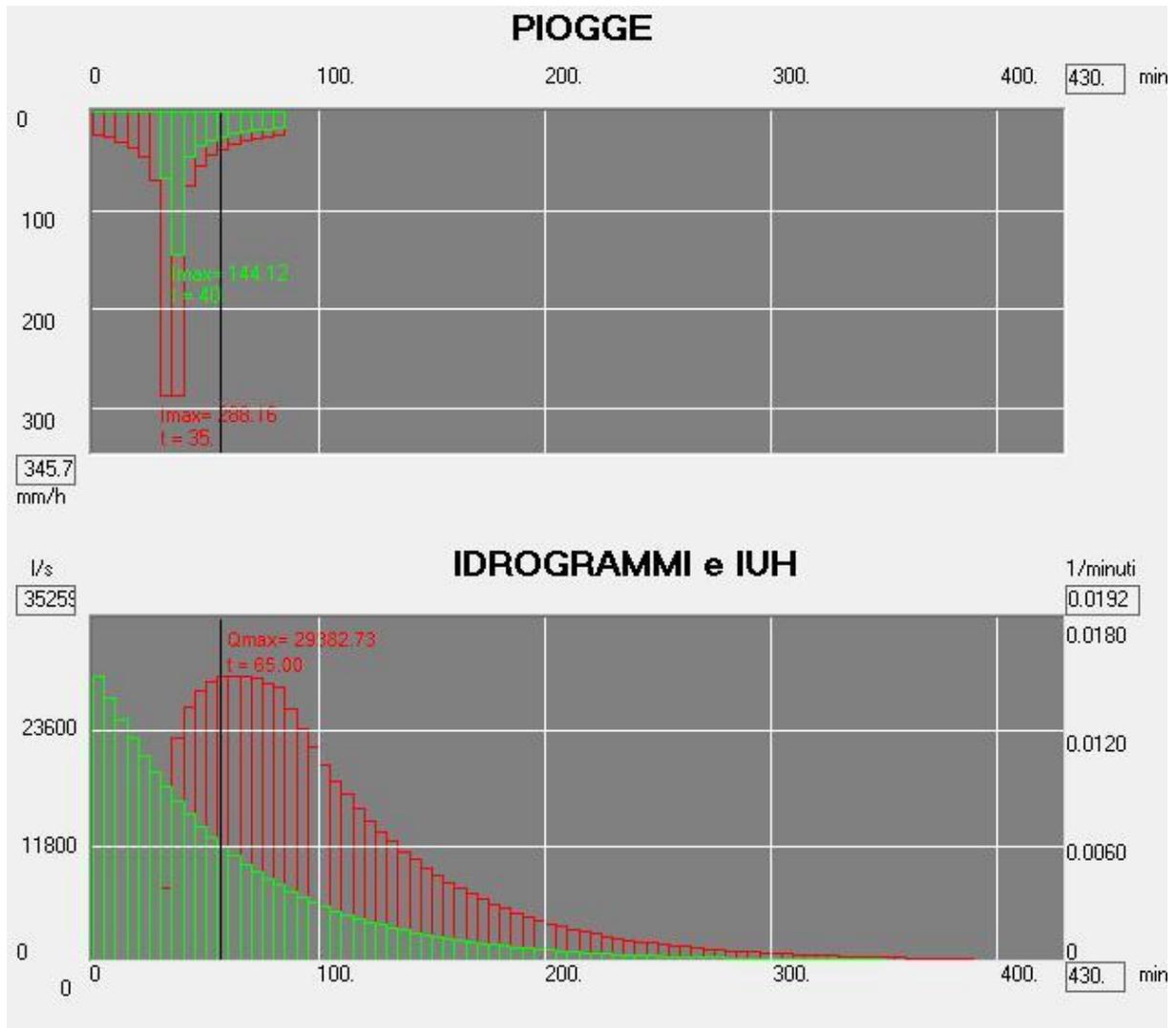


Figura 16: Ietogramma lordo e depurato, idrogramma istantaneo e di piena-per TR=100 anni

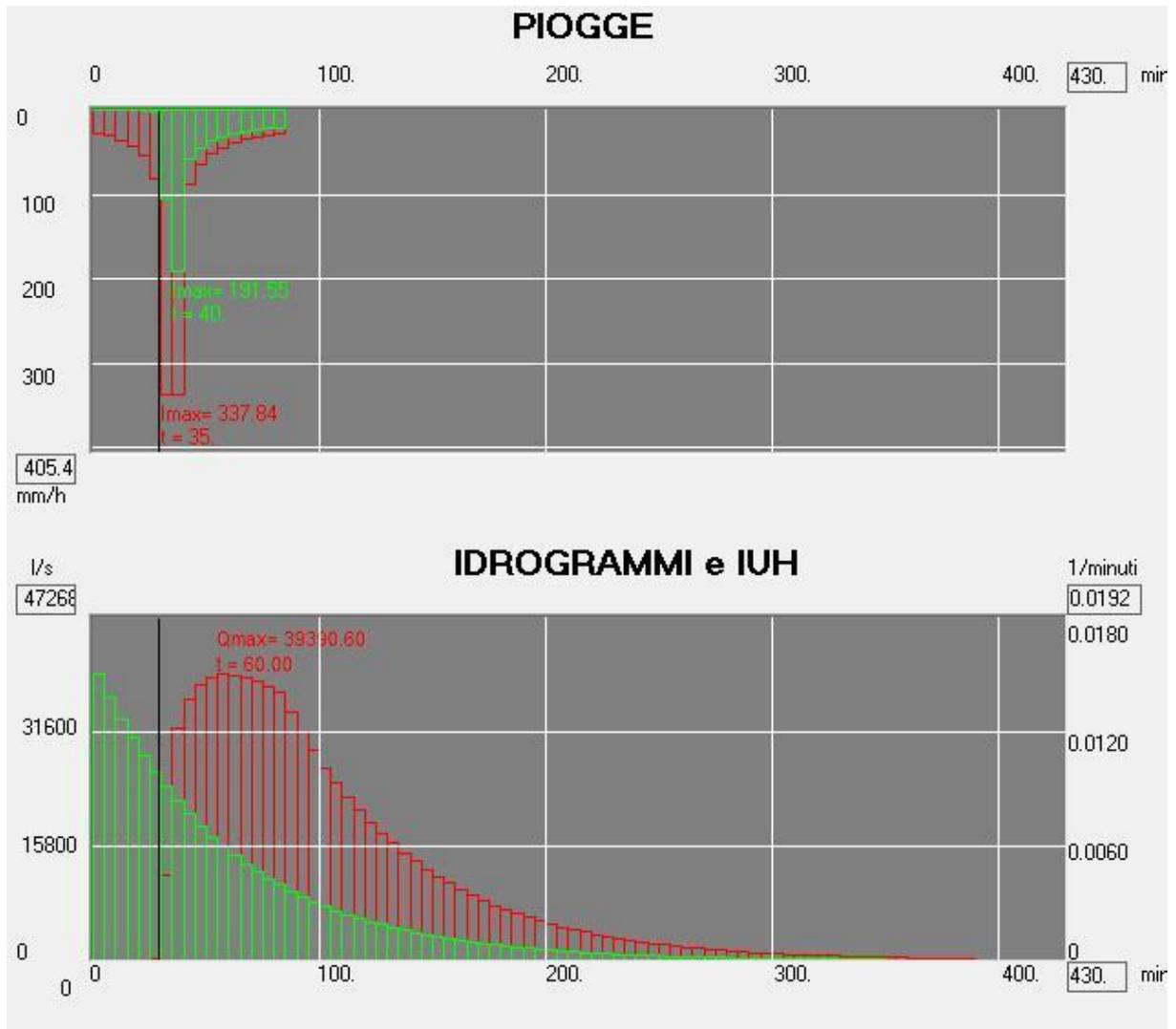


Figura 17: Ietogramma lordo e depurato, idrogramma istantaneo e di piena-per TR=200 anni

## 6. Conclusioni

Occorre sottolineare che nei tratti terminali dei fossi oggetto di studio i valori di portata sopra stimati difficilmente saranno raggiunti per effetto dei numerosi tombini esistenti nei tronchi di monte, che costituiscono di fatto dei "limitatori di portata" al deflusso delle portate di piena e determinano le condizioni per fenomeni di laminazione localizzati.

	<p>COMUNE DI NETTUNO RECUPERO E POTENZIAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VIA SANTA MARIA SUL FOSSO DEI TINOZZI. PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE IDROLOGICA</p>	<p>RLT_ES-002.1 Pagina 35/35</p>
---	--	--------------------------------------

## 7. Bibliografia di riferimento

1. *Regione Lazio - Dipartimento Territorio - Piano di Tutela delle Acqua*
2. “*Studi per l’aggiornamento del Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico*” l’Autorità dei Bacini Regionali del Lazio ed Dipartimento di Scienze dell’Ingegneria Civile dell’Università di Roma Tre (D.S.I.C) (2003).
3. “*Sintesi del rapporto regionale nei bacini delle sezioni idrografiche di Roma e Pescara*” e al successivo “*Studi per l’aggiornamento del Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico*” U.O. 1.34 - VAPI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche.