

COMMITTENTE:



# ANAS S.p.A.

Compartimento della Viabilità per la Campania

OPERA:

Raddoppio da due a quattro corsie della variante alla  
S.S. 268 "del Vesuvio" dal km 0+000 al km 19+554  
2° lotto - 1° e 2° stralcio dal km 0+000 al km 11+607  
1° lotto - lavori di completamento dal km 11+607 al km 19+554

PARTE D'OPERA:

2° lotto - 1° e 2° stralcio dal km 0+000 al km 11+607  
1° lotto - lavori di completamento dal km 11+607 al km 19+554

CONTRATTO DI APPALTO IN DATA 21.06.2006 REP. N. 59048 RACC. N. 12523

IMPRESA ESECUTRICE:

## D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.R.L.

Via Padre Accurso s.n.c. Montefalcione (AV)

PROGETTO:

# VERIFICA DI OTTEMPERANZA

ANAS SpA

Il Direttore dei Lavori  
ing. Pompeo Vallario

Visto:  
Il Responsabile del procedimento  
Ing. Giovanni Guarino

L'IMPRESA:

D'Agostino Costruzioni Generali S.r.l.

Il Direttore Tecnico:  
ing. Mario Augusti

SEZIONE:

### ELABORATI ALLEGATI

TITOLO:

### ALLEGATO I

-Progetto definitivo - "Relazione idrologica"  
(Idr-2-01 - novembre 2003)

IL PROGETTISTA:

## S.T.E.s.r.l.

Structure and Transport Engineering

ing. F.M. La Camera



TAVOLE ED ELABORATI DI RIFERIMENTO

Tav. n°

Elaborato:

VO | 2 | 81 | 01

scala:

revisione: 1

data: APRILE 2015

commessa:

S.S. 268

archivio files: S.S. 268

file: VO-2-81-01- Allegato I.pdf

2 Aprile 2016 Variazione Codifica

n° data

revisione/descrizione

sigla

PROGETTO N°

DEL

CODICE SIL N°

NANA268001PD

COMMITTENTE:

NA 13/04

46



ANAS S.p.A.

Compartimento della Viabilità per la Campania

OPERA:

Raddoppio da due a quattro corsie della variante alla  
 S.S. 268 "del Vesuvio" dal km 0+000 al km 19+554  
 2° lotto - 1° e 2° stralcio dal km 0+000 al km 11+607  
 1° lotto - lavori di completamento dal km 11+607 al km 19+554

PARTE D'OPERA:

2° lotto - 1° e 2° stralcio dal km 0+000 al km 11+607

PROGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO:

Idr-2-01

SEZIONE:

IDROLOGIA - IDRAULICA

Progettazione:

dott. Ing. Salvatore Frasca

Geologia:

dott. geol. Giampiero D'Esposito

Contabilizzazione:

geom. Vittorio Formisano

geom. Francesco Trinchillo

Responsabile del procedimento:

dott. arch. Renato Maria Giampaolino

Visto

Il Dirigente Tecnico N.C.:

dott. Ing. Fabio Arcoleo

Il Capo Compartimento

dott. Ing. Nicola Marzi

TITOLO:

RELAZIONE IDROLOGICA

scala:

revisione:

A

data:

Novembre 2003

commessa:

S.S. 268

archivio files:

S.S. 268

file:

n°

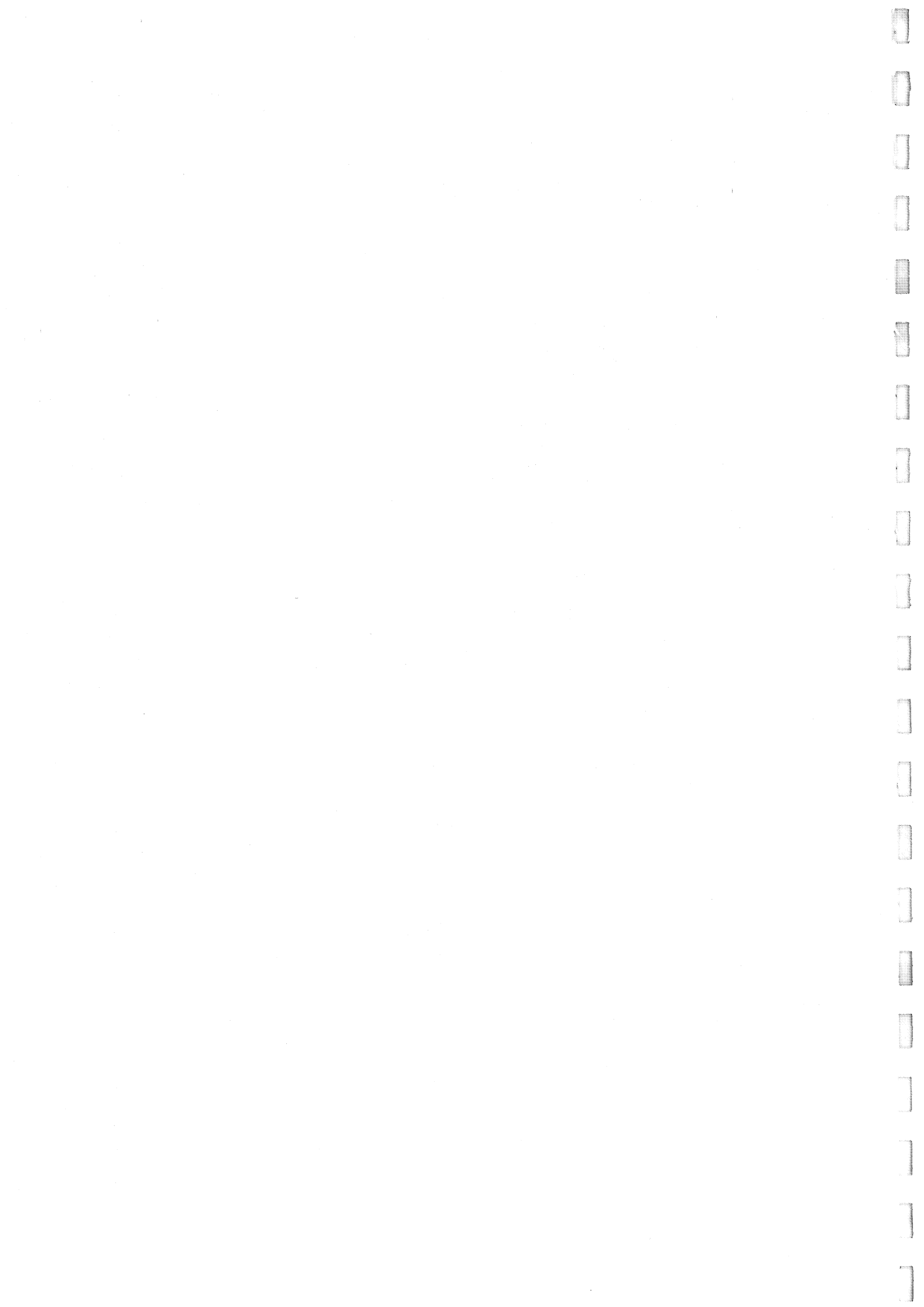
data

revisione/descrizione

sigla

PROGETTO N° 1894 DEL 24-11-03

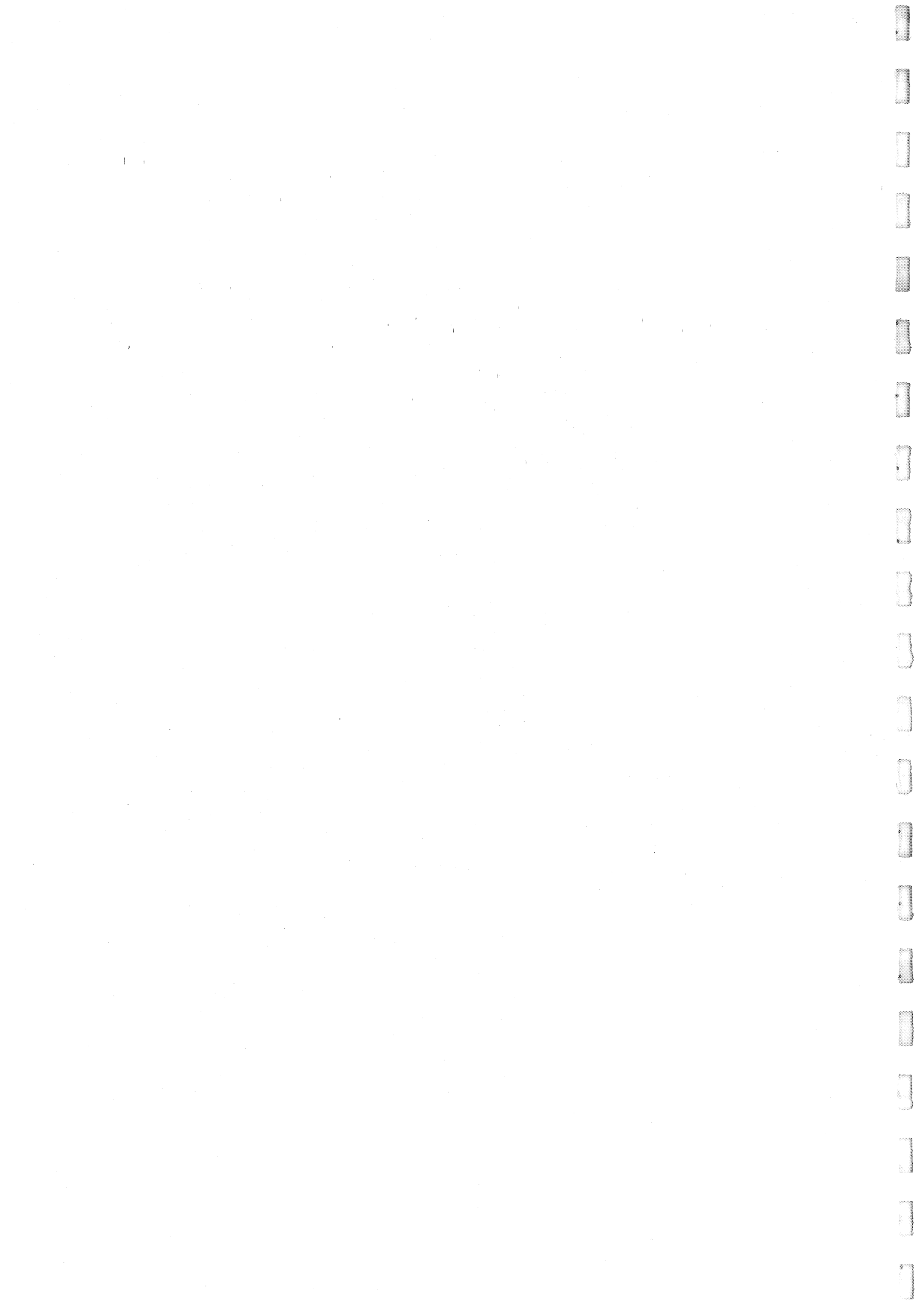
CODICE SIL N° NANA268001PD



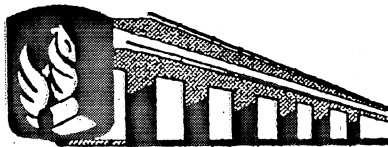
**ENTE NAZIONALE PER LE STRADE S.p.A.**  
**RADDOPPIO DA DUE A QUATTRO CORSIE DELLA VARIANTE ALLA S.S. 268 "DEL VESUVIO"**  
**DAL Km 0+000 AL Km 19+554**  
**2° Lotto - 1° e 2° stralcio dal Km 0+000 al Km 11+607**  
**1° Lotto - Lavori di completamento dal Km 11+607 al Km 19+554**

**PREMESSA**

Per quanto concerne lo studio idrologico ed idraulico con le relative integrazioni richieste dall'Autorità di Bacino per il rilascio delle autorizzazioni di competenza, si fa riferimento integralmente alle relazioni dell'ottobre 2000 e marzo 2001 redatte dall'ing. Giulio Viparelli di seguito allegate.



25/9/2003



# Ente nazionale per le strade

Compartimento della Viabilità per la Campania  
Napoli

## RADDOPPIO DELLA VARIANTE ALLA S.S. 268 DEL VESUVIO TRONCO: CERCOLA-TORRE ANNUNZIATA DAL Km 0+000 AL Km 19+554

### PROGETTO ESECUTIVO DEL 2° LOTTO DAL Km 0+000 AL Km 11+607

REV.	Ottobre 00	DESCRIZIONE	DIS.	APPR.

	SCALA	ID	ALLEGATO		
	SCALA				

## STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO

### STUDIO IDROLOGICO

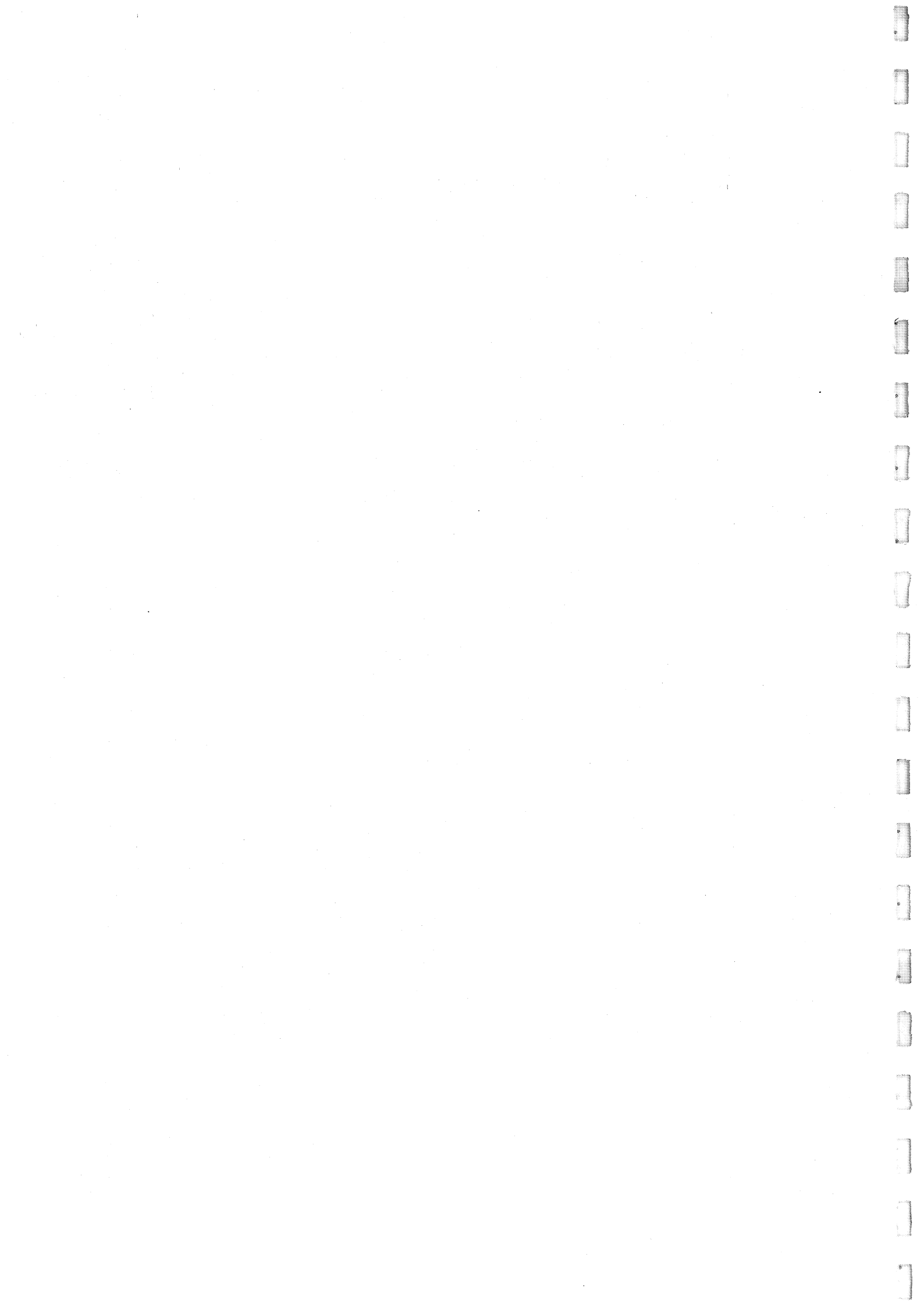
Il presente disegno è protetto nei termini previsti dalle leggi vigenti. Non può essere riprodotto o comunque reso noto a terzi senza la nostra preventiva autorizzazione

**PROGETTO STRADALE:**  
Dott.Ing. Sebastiano Wancolle  
Geom. Giovanni Ciardiello

**COLLABORAZIONE:**  
Dott.Ing. Salvatore Frasca  
Dott. Geol. Italo Bani

**VISTO L'INGEGNERE CAPO:**  
Dott.Ing. Carlo Valerio

**STUDIO IDROLOGICO:**  
Dott. Ing. Giulio Vignarelli



## **CAPITOLO 1 - PREMESSA**

Con lettera d'impegno n. 32997 del 26/07/2000 l'ANAS - Ente nazionale per le strade - Compartimento della viabilità per la Campania con sede in Napoli, ha affidato all'ing. Giulio Viparelli l'incarico di assistenza per la redazione dello studio idrologico ed idraulico relativo alla progettazione esecutiva dei lavori di "Raddoppio variante SS 268 'del Vesuvio' - Tronco Cercola-Torre Annunziata dal Km 0+000 al Km 19+554 - Progetto esecutivo II Lotto dal Km 0+000 al Km 11+607".

L'Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania, considerato che l'intervento ricade in gran parte in area a rischio idraulico ha chiesto con parere n. 121 la redazione di uno studio idrologico e idraulico a supporto del progetto succitato e, tenuto conto del decreto 3590 del 17.03.99 del Ministero dell'Ambiente, l'ottemperanza delle seguenti prescrizioni:

- valutare le portate pluviali sversate nei fossi o nei laghi;
- determinare le portate massime defluenti negli alvei;
- individuazione dei corsi d'acqua recettori delle acque pluviali;
- verifica idraulica degli attraversamenti di progetto.

Per la redazione dello studio succitato sono stati seguiti i seguenti criteri:

- a) individuazione dei corsi d'acqua e della tipologia degli attraversamenti;
- b) individuazione dei bacini idrografici sottesi dagli attraversamenti;
- c) individuazione dei pluviografi e calcolo delle portate massime defluenti con assegnato periodo di ritorno;
- d) verifiche idrauliche degli attraversamenti;

Gli attraversamenti idraulici di progetto sono costituiti da viadotti o da tombini scatolari ed hanno dimensioni sufficienti per la manutenzione dell'attraversamento ed il libero deflusso delle portate di massima piena.



La cartografia utilizzata è la carta in scala 1:25.000 IGM disponibile; nello stralcio planimetrico allegato sono stati riportati i bacini colanti sottesi alle sezioni relative agli attraversamenti idraulici.

I dati caratteristici dei bacini e delle aste dei torrenti sono riportati nell'allegato A.

La tipologia degli attraversamenti e le loro caratteristiche geometriche sono state fornite dall'Ente committente e come tale non sono state suscettibili di variazioni o modificazioni da parte del redattore del presente studio idrologico e idraulico.

Le caratteristiche dei corsi d'acqua (superfici parziali e totali, pendenze, ecc.) sono state rilevate dalla cartografia disponibile.

## CAPITOLO 2 - STIMA DELLA PIENA DI PROGETTO

### 2.1. Generalità

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania è stata effettuata nel Rapporto Campania attraverso una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico, basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV - Two Component Extreme Value). Tale procedura si basa sulla considerazione che esistono zone geografiche via via più ampie che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione, man mano che il loro ordine aumenta.

Indicando con  $Q$  il massimo annuale della portata al colmo e con  $T$  il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena  $Q_T$  corrispondente al prefissato periodo di ritorno  $T$ , può essere valutata come:

$$Q_T = K_T m(Q) \quad (1)$$

dove

- $m(Q)$  = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice).
- $K_T$  = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra  $Q_T$  e la piena indice.

### 2.2 Valutazione del fattore regionale di crescita $K_T$ .

Il territorio nazionale è stato suddiviso in aree ideologicamente omogenee, caratterizzate pertanto da un'unica distribuzione di probabilità delle piene annuali rapportate al valore medio (legge regionale di crescita con il periodo di ritorno).

L'indagine regionale volta alla determinazione di tale legge è stata svolta per la regione Campania nel Rapporto Campania sopra menzionato.

I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra  $K_T$  e  $T$  esplicitata come:

$$T = \frac{1}{1 - \exp(-13,11 \cdot 0,202^{K_T} - 0,923 \cdot 0,230^{K_T})} \quad (2)$$

Questa relazione può essere valutata in prima approssimazione attraverso la seguente relazione:

$$K_T = -0,0545 + 0,680 \ln T \quad (3)$$

con un errore inferiore al 9% per  $T \geq 20$  anni, ed inferiore al 2% per  $T \geq 50$  anni.

Nella tabella 1 che segue sono riportati, per diversi periodi di ritorno, i valori di  $K_T$  ottenuti dall'equazione (2).

Tabella 1 - Legge regionale di crescita per la regione Campania

T (anni)	KT
10	1.63
20	2.03
50	2.61
100	3.07
200	3.53
300	3.83

### 2.3 Valutazione della piena media annua $m(Q)$ .

#### 2.3.1 Generalità

La piena media annua  $m(Q)$  è caratterizzata da una elevata variabilità speciale che può essere spiegata, almeno in parte, ricorrendo a fattori climatici e geomorfologici.

È dunque in genere necessario ricostruire modelli che consentano di mettere in relazione  $m(Q)$  con i valori assunti da grandezze caratteristiche del bacino.

In mancanza di dati di misura di portata nelle sezioni di interesse, l'identificazione di tali modelli può essere ottenuta sostanzialmente attraverso due diverse metodologie:

- a) approcci di tipo puramente empirico, del tipo  $m(Q) = aA^b$  (con  $A$  = superficie del bacino);
- b) approcci di tipo indiretto, che si basano su modelli in cui la piena media annua viene valutata con parametri che tengono conto delle precipitazioni massime sul bacino

e delle caratteristiche geomorfologiche (modelli geomorfoclimatici), con relazione del tipo:

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[l(t_r)]A}{3,6} \quad (4)$$

in cui

- $t_r$  = tempo di ritardo del bacino, in ore;
- $C_f$  = coefficiente di deflusso, caratteristico del bacino;
- $m[l(t_r)]$  = media del massimo annuale dell'intensità di pioggia di durata pari al tempo di ritardo  $t_r$  del bacino, in mm/ora;
- $A$  = area del bacino, in  $\text{km}^2$ ;
- $q$  = coefficiente di attenuazione del colmo di piena, che consente di tenere conto, tra l'altro, del fatto che in realtà la durata critica del bacino, e cioè la durata della pioggia che causa il massimo annuale del colmo di piena, non è pari a  $t_r$ .

Un caso particolare dei modelli geomorfoclimatici è rappresentato dal "metodo razionale".

Il Rapporto VAPI Campania ha provveduto alla stima dei parametri sia per modelli empirici di vario tipo che per il modello geomorfoclimatico e per il modello razionale.

I parametri dei diversi modelli sono stati stimati utilizzando i dati di 12 delle 22 stazioni idrometriche presenti in Campania, corrispondenti a bacini di estensione variabile tra 95 e 5542  $\text{Km}^2$ , e quindi molto diversa, come già detto in precedenza, dalla estensione dei bacini qui in esame.

In quanto segue il calcolo della portata media annua al colmo di piena nelle sezioni di interesse, in mancanza di dati di misura di portata, può essere effettuato, in via indiretta, a partire dalle precipitazioni intense e in particolare con il "metodo razionale", basato, come detto, su criteri di similitudine idrologica che consentono di stimare  $m(Q)$  come una frazione della massima intensità di pioggia che può verificarsi sul bacino e tenendo in conto le caratteristiche geomorfologiche dello stesso.

Nell'applicazione di tale metodo:

- si stima la legge di probabilità pluviometrica che definisce la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata  $d$ .  $m[h(d)]$ ;
- si individua un numero per quanto è possibile ristretto di parametri che valgano a specificare, sotto forma numerica, le caratteristiche fisiche del bacino sotteso dalla generica sezione di interesse che si considera;
- in base ai valori assunti da detti parametri si definisce una durata critica  $d_c$  caratteristica del bacino, pari alla durata di pioggia che determina il massimo della piena media annua;

si stima  $m(Q)$  con il modello razionale:

$$m(Q) = \frac{f \cdot m[h(d_c)] \cdot A}{3,6} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{m[h(d_c)]}{d_c} \cdot A \quad (5)$$

Nella precedente:

- $A$  è la superficie del bacino, espressa in  $Km^2$ ;
- $d_c$  è la durata critica del bacino, espressa in ore;
- $m[h(d_c)]$  è il massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata pari alla durata critica del bacino, espresso in mm/ora;
- $C^*$  è il coefficiente di piena, che consente di tenere conto dell'infiltrazione sul bacino e dell'attenuazione del colmo di piena effettuata dal reticolo idrografico.

### 2.3.2. Valutazione della legge di probabilità pluviometrica

In generale nelle applicazioni idrologiche è necessario conoscere come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia in funzione della durata  $d$  e dell'area del bacino  $A$ .

La metodologia comunemente impiegata consiste nell'ottenere la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia areale  $m[h_A(d)]$  dalla media del massimo annuale dell'altezza di pioggia puntuale  $m[h(d)]$  attraverso un fattore di ragguaglio noto come coefficiente di riduzione areale  $K_A(d)$  come:

$$m[h_A(d)] = K_A(d) m[h(d)] \quad (6)$$

Per aree molto piccole, come quella dei bacini di cui trattasi,  $K_A(d)$  può essere chiaramente posto pari ad 1.

Di seguito si farà dunque riferimento alla media del massimo annuale dell'altezza di pioggia puntuale,  $m[h(d)]$ .

Per la stima della legge di probabilità pluviometrica, che definisce appunto la variazione della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia con la durata, il Rapporto VAPI Campania fa sostanzialmente riferimento a leggi a quattro parametri del tipo:

$$m[h(d)] = \frac{m[l_0] \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)} \quad (7)$$

in cui  $m[l_0]$  rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per  $d$  che tende a 0.

Tuttavia, quando manchino dati relativi a piogge di durata molto breve, si può ricorrere ad una legge di tipo monomio:

$$m[h(d)] = m[h_1] d^n \quad (8)$$

che interpola bene i dati di pioggia di durata maggiore o uguale ad 1 ora.

Per la valutazione dei parametri  $m[h_1]$  ed  $n$  della precedente formula, si è fatto ricorso ad una analisi statistica effettuata utilizzando i dati dei massimi annuali di pioggia di durata 1,3,6,12 e 24 ore relativi alle stazioni pluviografiche ricadenti nel territorio in esame; in particolare sono stati utilizzati i dati dei pluviografi di Caserta, Capodimonte, Sarno e Pompei.

Tali dati, tratti dagli Annuali Idrologici pubblicati dal Compartimento di Napoli del Servizio Idrologico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.), sono pubblicati sullo stesso rapporto VAPI preso a riferimento.

Dall'elaborazione dei dati pluviometrici si rileva che per tutta l'area in esame, con sufficiente approssimazione può essere considerata un'unica legge di pioggia caratterizzata dall'espressione:

$$\text{per } d < 1 \text{ ora} \quad m[h(d)] = a \cdot d^n = 22.112 \cdot d^{0,433} \quad (9)$$

$$\text{per } d > 1 \text{ ora} \quad m[h(d)] = a \cdot d^n = 22.112 \cdot d^{0,319}$$

### 2.3.3 Stima dei parametri del modello razionale

Per la valutazione dei parametri del modello razionale, e cioè del coefficiente di piena e del tempo di ritardo del bacino, in mancanza di dati relativi ai bacini in esame

che consentono una stima degli stessi secondo la metodologia proposta dal suddetto Rapporto VAPI Campania, si considera:

- per  $C^*$  un valore che può essere, cautelativamente, assunto pari a 0,36, ovvero corrispondente al coefficiente di piena relativo ad aree impermeabili, così come stimato nel suddetto Rapporto VAPI Campania (per bacini permeabili, quale è quello in questione, il valore di  $C^*$  risulta sensibilmente inferiore);
- per  $d_c$  si ammette che risulti  $d_c = t_c$ , essendo  $t_c$  il tempo di corrivazione, valutabile attraverso la formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{Y - Y_0}} \quad (10)$$

in cui:

- $A$  è la superficie del bacino, espressa in  $\text{Km}^2$ ;
- $L$  è la lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua, in  $\text{Km}$ ;
- $Y$  è l'altitudine media del bacino, in m s.l.m.m.;
- $Y_0$  è l'altitudine minima (quota d'alveo nella sezione di chiusura del bacino) in m s.l.m.m.

#### 2.3.4. Le piene medie annue

In definitiva, per i bacini in esame, la stima di  $m(Q)$ , come detto da considerarsi cautelativa, può essere ottenuta dalla relazione (5) esplicitata come:

$$m(Q) = \frac{1}{3,6} \cdot 0,36 \cdot a \cdot t_c^{(n-1)} \cdot A \quad (11)$$

dopo aver calcolato il valore di  $t_c$  dalla relazione (10) e  $a$  ed  $n$  dalle relazioni (9).

## 2.4 Risultati

I valori delle portate di massima piena valutate con i criteri innanzi indicati nelle sezioni degli attraversamenti idraulici sono riportati nella tabella dell'allegato B.

Come si evince dall'esame di tali risultati, i valori della massima portata di piena con periodo di ritorno di 100 anni corrispondono ad un coefficiente udometrico di circa  $5 - 8 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ .

La massima portata di proporzionamento, per ogni manufatto, è quella corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni.

I risultati ottenuti sono riportati sinteticamente nella tabella dell'allegato B.



## **CAPITOLO 3 - VERIFICHE IDRAULICHE**

### **3.1. Considerazioni preliminari**

Nel seguito del presente capitolo si illustrano i risultati di verifiche idrauliche condotte con riferimento a condizioni ordinarie, per le quali si dispone di specifiche metodologie di calcolo.

### **3.2. Verifica con le portate di massima piena**

In caso di convogliamento nel canale di portate pari a quelle massime stimate per periodo di ritorno di 100 anni, utilizzando un modello idraulico ampiamente descritto nella letteratura tecnica in materia si è verificato che i manufatti sono in grado di far defluire, come voluto, l'intera portata prevista.

Le portate di progetto ( $Q$  ( $T=100$  anni)), infatti, defluiscono nei manufatti con tiranti a cui corrispondono un grado di riempimento inferiore al 65%. E franchi non inferiori a 50 cm.

Si ritiene che tale valore sia ampiamente accettabile.

La massima portata relativa alle acque pluviali raccolte nella piattaforma stradale, da sversare nei corsi d'acqua può essere calcolata utilizzando i risultati dello studio idrologico esposto in precedenza. Dal profilo longitudinale e dalle planimetrie si evince che la massima distanza tra due attraversamenti idraulici è inferiore a 2000 m.

La superficie colante è pari a  $A = 2000 \times 10 = 20000$  mq.

Utilizzando il valore massimo del contributo unitario derivante dallo studio idrologico effettuato, si ottiene la massima portata che è pari a :

$$Q_{\max} = 2.00 \text{ Ha} \times 100 \text{ l/s/Ha} = 200 \text{ l/s} = 0.200 \text{ mc/s.}$$

Tale portata, sommata a quelle massime defluenti nei corsi d'acqua, non altera il tirante idrico perché costituisce una percentuale molto bassa del volume d'acqua totale. Ciononostante si evidenzia che i franchi idraulici, in presenza del fenomeno di piena, sono

comunque superiori ai minimi necessari alla perfetta officialità idraulica del corso d'acqua anche in presenza degli attraversamenti di progetto.

**APPENDICE**

Caratteristiche geometriche dei bacini.

Bacino	N. Sezione	Descrizione Attraversamento	Hmax (m) (slmm)	Hmin (m) (slmm)	Superficie (Kmq)	Lunghezza corso d'acqua (Km)
A	16	Ponte Lagno di Trocchia	969	80	6,271	5,36
B	64	Ponte Lagno dei Reclusi	475	79	2,304	4,08
C	119	Ponte Lagno delle Fosse	900	95	2,048	1,1
D	139	Ponte Lagno Palmendola	900	94	2,432	1,44
E	151	Ponte Lagno Sorbo	900	95	2,304	1,34
F	177	Sottopasso Lagno S. Spirito	1084	98	4,224	5,44
G	247	Ponte Lagno S. Maria del Pozzo	1110	95	3,712	7,12
H	284	Ponte Lagno Fossa dei Leoni	1131	95	5,119	7,08
I	319	Ponte Lagno Macedonia	827	98	2,344	4,65
L	348	Ponte Lagno Costantinopoli	475	120	1,24	3,05
M	409	Sottopasso Lagno Somma	907	108	3,516	2,05

Note: Hmax Altezza Massima Bacino  
Hmin Altezza minima Bacino

Dati relativi a 4 stazioni pluviografiche, necessari al fine della determinazione della legge di pioggia per il calcolo delle portate confluenti nelle sezioni terminali dei bacini.

$\varepsilon = 0,5$	STAZIONE PLUVIOGRAFICA	QUOTA m.s.l.m.	ANNI DI OSSERV.	MEDIA (mm)	EPSILON	K
	CASERTA	68	11	25,294	15,935	1,506
	CAPODIMONTE	200	8	29,367	19,92	1,158
	SARNO	50	5	15,772	15,273	0,113
	POMPEI	25	11	21,193	13,103	1,621
	Valori medi		8,75	22,907	16,058	1,100

$\varepsilon = 1$	STAZIONE PLUVIOGRAFICA	QUOTA m.s.l.m.	ANNI DI OSSERV.	MEDIA (mm)	EPSILON	K
	CASERTA	68	14	28,078	24,041	0,515
	CAPODIMONTE	200	6	33,161	27,008	0,6
	SARNO	50	5	19,48	18,899	0,122
	POMPEI	25	11	25,435	18,501	1,126
	Valori medi		9	26,539	22,112	0,591

$\varepsilon = 3$	STAZIONE PLUVIOGRAFICA	QUOTA m.s.l.m.	ANNI DI OSSERV.	MEDIA (mm)	EPSILON	K
	CASERTA	68	14	43,084	35,927	0,696
	CAPODIMONTE	200	6	50,093	42,075	0,555
	SARNO	50	5	31,52	27,964	0,484
	POMPEI	25	10	35,777	26,442	1,187
	Valori medi		8,8	40,119	33,102	0,731

$\varepsilon = 6$	STAZIONE PLUVIOGRAFICA	QUOTA m.s.l.m.	ANNI DI OSSERV.	MEDIA (mm)	EPSILON	K
	CASERTA	68	15	51,952	41,678	0,85
	CAPODIMONTE	200	6	60,182	49,449	0,587
	SARNO	50	5	36,72	32,19	0,426
	POMPEI	25	12	43,123	32,571	1,099
	<b>Valori medi</b>		<b>9,5</b>	<b>47,994</b>	<b>38,972</b>	<b>0,741</b>

$\varepsilon = 12$	STAZIONE PLUVIOGRAFICA	QUOTA m.s.l.m.	ANNI DI OSSERV.	MEDIA (mm)	EPSILON	K
	CASERTA	68	15	63,003	50,019	0,839
	CAPODIMONTE	200	6	83,897	70,526	0,526
	SARNO	50	5	46,04	40,0241	0,628
	POMPEI	25	12	48,401	38,211	0,916
	<b>Valori medi</b>		<b>9,5</b>	<b>60,335</b>	<b>49,695</b>	<b>0,727</b>

$\varepsilon = 24$	STAZIONE PLUVIOGRAFICA	QUOTA m.s.l.m.	ANNI DI OSSERV.	MEDIA (mm)	EPSILON	K
	CASERTA	68	15	75,886	52,885	0,977
	CAPODIMONTE	200	6	102,066	83,698	0,646
	SARNO	50	5	54,48	58,536	0,437
	POMPEI	25	12	60,1	48,303	0,926
	<b>Valori medi</b>		<b>9,5</b>	<b>73,133</b>	<b>60,856</b>	<b>0,747</b>

## Calcolo delle portate

	a	n
Tc < 1 h	22,112	0,433
Tc > 1h	22,112	0,319

Bacino A sez. 16: Ponte Lagno di Trocchia								
Suprficie	tc	a	n	c				
(Kmq)	(ore)	22,112	0,318	0,36				
6,271	1,442							
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17
i (mm/ora)	17,227	28,080	34,971	46,341	52,887	60,812	65,980	71,837
Q (mc/sec)	10,803	17,609	21,930	29,060	33,166	38,135	41,376	45,049
U (l/sec*ha)	17,227	28,080	34,971	46,341	52,887	60,812	65,980	71,837

Bacino B (sez. 64): Ponte Lagno dei Reclusi								
Suprficie	tc	a	n	c				
(Kmq)	(ore)	22,112	0,318	0,36				
2,304	1,567							
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17
i (mm/ora)	16,278	26,5325	33,044	43,787	49,972	57,460	62,343	67,878
Q (mc/sec)	3,750	6,113	7,613	10,088	11,514	13,239	14,364	15,639
U (l/sec*ha)	16,278	26,533	33,044	43,787	49,972	57,460	62,343	67,878

Bacino C (sez. 119): Ponte Lagno delle Fosse

Suprficie	tc	a	n	c					
(Kmq)	(ore)	22,112	0,318	0,36					
2,048	1,087								
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500	
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17	
i (mm/ora)	20,889	34,0492	42,405	56,192	64,129	73,738	80,005	87,107	
Q (mc/sec)	4,278	6,973	8,685	11,508	13,134	15,102	16,385	17,840	
U (l/sec*ha)	20,889	34,049	42,405	56,192	64,129	73,738	80,005	87,107	

Bacino D (sez. 139): Ponte Lagno Palmendola

Suprficie	tc	a	n	c					
(Kmq)	(ore)	22,112	0,433	0,36					
2,432	0,519								
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500	
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17	
i (mm/ora)	32,0722	52,2776	65,1065	86,2741	98,4615	113,215	122,8364	133,7409	
Q (mc/sec)	7,589	12,370	15,406	20,415	23,299	26,790	29,066	31,647	
U (l/sec*ha)	31,21	50,86	63,35	83,942	95,80	110,2	119,52	130,13	

Bacino E (sez. 151): Ponte Lagno Sorbo

Suprficie	tc	a	n	c					
(Kmq)	(ore)	22,112	0,433	0,36					
2,304	0,874								
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500	
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17	
i (mm/ora)	23,867	38,9026	48,449	64,201	73,271	84,249	91,409	99,524	
Q (mc/sec)	5,499	8,963	11,163	14,792	16,882	19,411	21,061	22,930	
U (l/sec*ha)	23,867	38,903	48,449	64,201	73,271	84,249	91,409	99,524	



Bacino F (sez. 177): Sottopasso Lagno S. Spirito

Suprficie	tc	a	n	c					
(Kmq)	(ore)	22,112	0,319	0,36					
4,224	1,067								
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500	
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17	
i (mm/ora)	21,157	34,4854	42,948	56,912	64,951	74,683	81,030	88,223	
Q (mc/sec)	8,937	14,567	18,141	24,039	27,435	31,546	34,227	37,266	
U (l/sec*ha)	21,157	34,485	42,948	56,912	64,951	74,683	81,030	88,223	

Bacino G (sez. 247): Ponte Lagno S. Maria del Pozzo

Suprficie	tc	a	n	c					
(Kmq)	(ore)	22,112	0,319	0,36					
3,712	1,874								
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500	
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17	
i (mm/ora)	14,417	23,4995	29,266	38,781	44,260	50,892	55,217	60,118	
Q (mc/sec)	5,352	8,723	10,864	14,396	16,429	18,891	20,496	22,316	
U (l/sec*ha)	14,417	23,500	29,266	38,781	44,260	50,892	55,217	60,118	

Bacino H (sez. 284): Ponte Lagno Fossa dei Leoni

Suprficie	tc	a	n	c					
(Kmq)	(ore)	22,112	0,319	0,36					
5,119	1,019								
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500	
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17	
i (mm/ora)	21,830	35,5835	44,316	58,724	67,019	77,061	83,61038	91,03271	
Q (mc/sec)	11,175	18,215	22,685	30,061	34,307	39,448	42,800	46,600	
U (l/sec*ha)	21,830	35,584	44,316	58,724	67,019	77,061	83,610	91,033	

Bacino I (sez.319): Ponte Lagno Macedonia

Suprficie	tc	a	n	c					
(Kmq)	(ore)	22,112	0,319	0,36					
3,584	1,619								
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500	
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17	
i (mm/ora)	15,927	25,9608	32,3316	42,8433	48,896	56,222	61,000	66,415	
Q (mc/sec)	5,708	9,304	11,588	15,355	17,524	20,150	21,862	23,803	
U (l/sec*ha)	15,927	25,961	32,332	42,843	48,896	56,222	61,000	66,415	

Bacino L (sez.348): Ponte Lagno Costantinopoli

Suprficie	tc	a	n	c					
(Kmq)	(ore)	22,112	0,319	0,36					
1,24	0,519								
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500	
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17	
i (mm/ora)	34,562	56,336	70,161	92,972	106,105	122,004	132,373	144,124	
Q (mc/sec)	4,286	6,986	8,700	11,529	13,157	15,128	16,414	17,871	
U (l/sec*ha)	34,562	56,336	70,161	92,972	106,105	122,004	132,373	144,124	

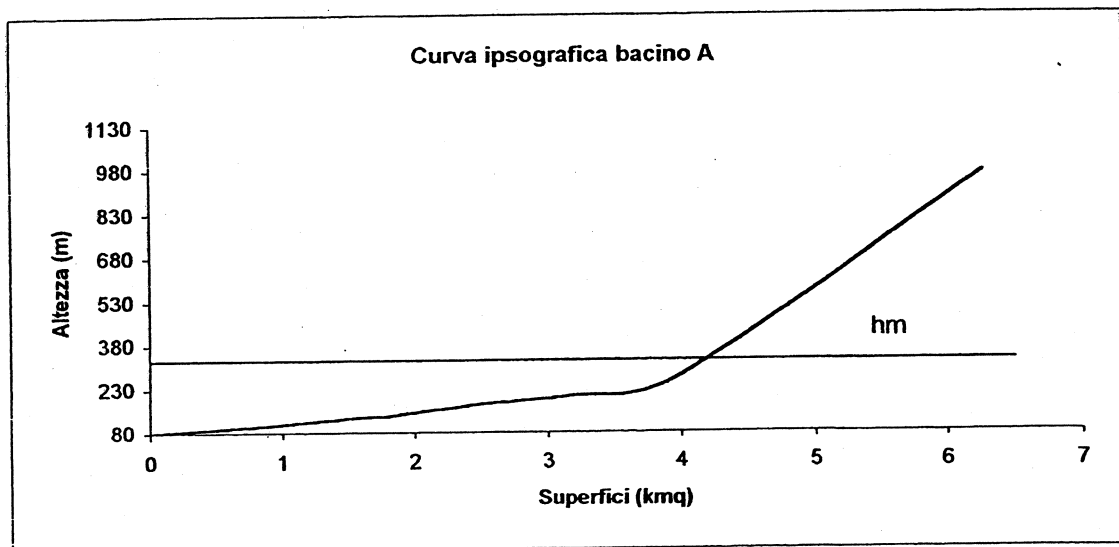
Bacino M (sez.409): Sottopasso Lagno Somma

Suprficie	tc	a	n	c					
(Kmq)	(ore)	22,112	0,319	0,36					
3,516	1,202								
T (anni)	1	10	20	50	100	200	300	500	
Kt	1	1,63	2,03	2,69	3,07	3,53	3,83	4,17	
i (mm/ora)	19,508	31,798	39,601	52,477	59,890	68,863	74,716	81,348	
Q (mc/sec)	6,859	11,180	13,924	18,451	21,057	24,212	26,270	28,602	
U (l/sec*ha)	19,508	31,798	39,601	52,477	59,890	68,863	74,716	81,348	

Bacino A sez. 16: Ponte Lagno di Trocchia

i sezione	Hi (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{j=1}^i S_j$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	80	0	0	0	0
1	105	0,896	0,896	92,5	82,870
2	130	0,640	1,536	117,5	75,191
3	135	0,256	1,792	132,5	33,916
4	145	0,128	1,920	140	17,918
5	180	0,640	2,560	162,5	103,988
6	205	0,640	3,200	192,5	123,186
7	265	0,768	3,968	235	180,459
8	969	2,304	6,271	617	1421,402

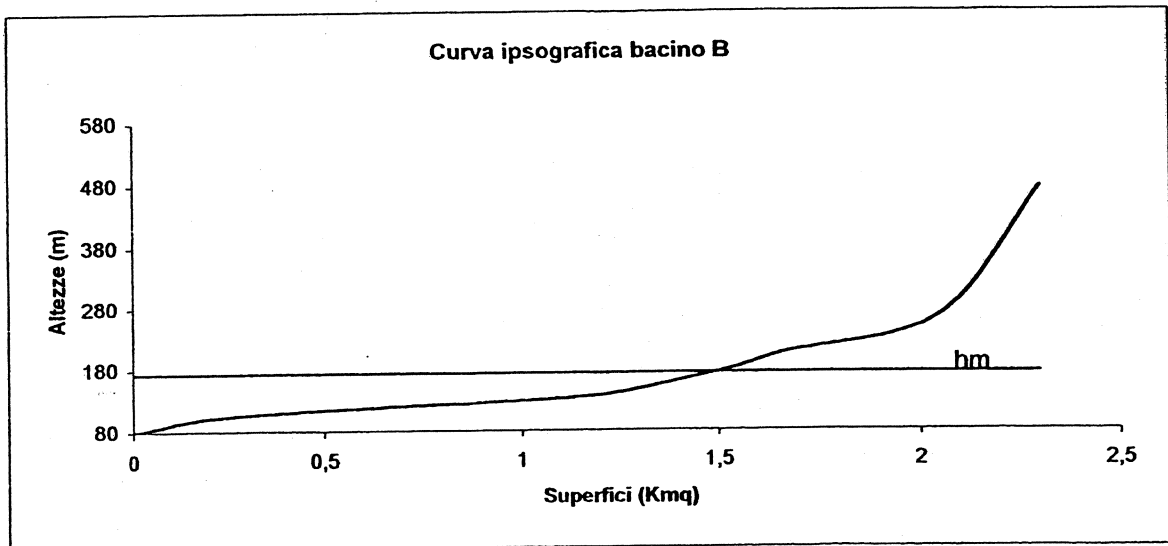
Totale 2038,930



Altit.media (mslmm) hm	tempo di corrivazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
325,122	1,442	6,271	5,36

Bacino B sez. 64: Ponte Lagno dei Reclusi

i sezione	Hmax (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{j=1}^i S_j$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	79	0	0	0	0
1	105	0,256	0,256	92	23,549
2	130	0,768	1,024	117,5	90,229
3	135	0,128	1,152	132,5	16,958
4	145	0,128	1,280	140	17,918
5	180	0,256	1,536	162,5	41,595
6	205	0,128	1,664	192,5	24,637
7	265	0,384	2,048	235	90,229
8	475	0,256	2,304	370	94,709
<b>Totale</b>					<b>399,825</b>

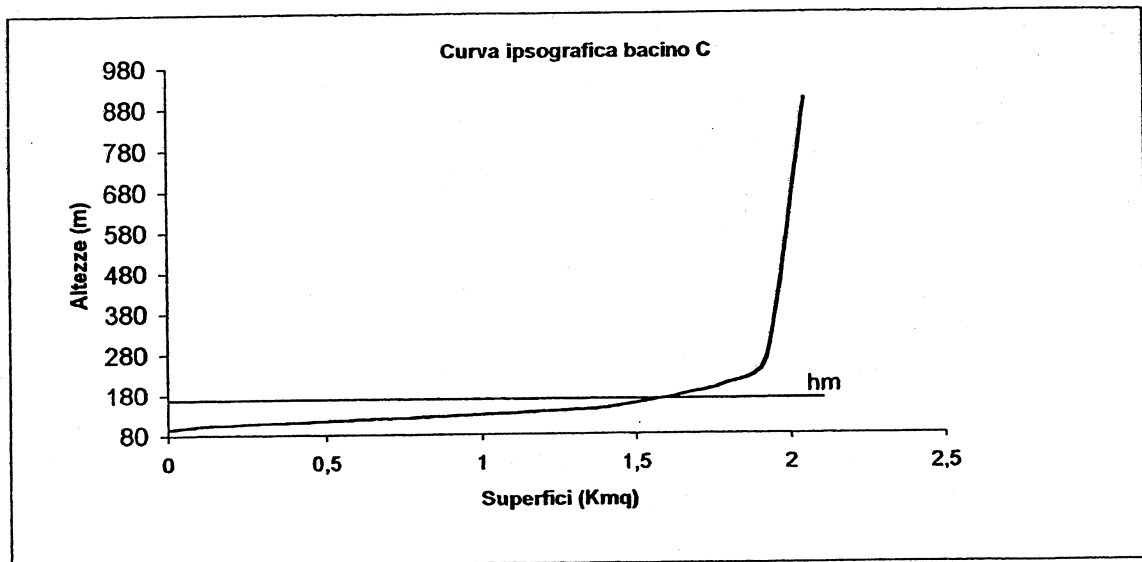


Altitudine media (mslmm) hm	tempo di corrivazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
<b>173,556</b>	<b>1,567</b>	<b>2,304</b>	<b>4,08</b>

Bacino C sez. 119: Ponte Lago delle Fosse

i sezione	Hmax (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{j=1}^i S_j$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	95	0	0	0	0
1	105	0,128	0,128	100	12,799
2	130	0,896	1,024	117,5	105,280
3	135	0,128	1,152	132,5	16,960
4	145	0,256	1,408	140	35,840
5	180	0,256	1,664	162,5	41,600
6	205	0,128	1,792	192,5	24,640
7	265	0,128	1,920	235	30,080
8	900	0,128	2,048	582,5	74,551

Totale 341,750

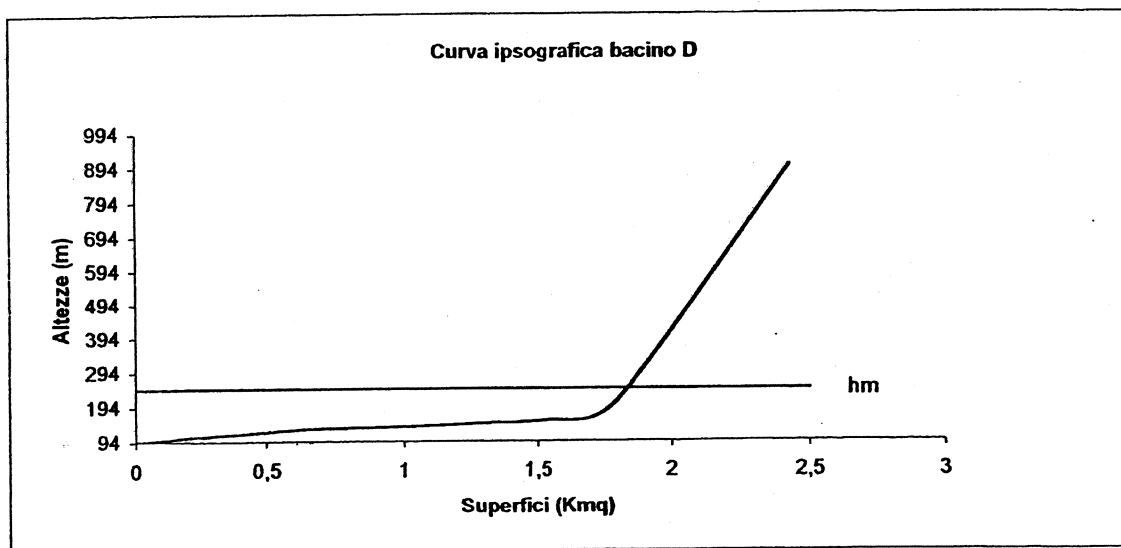


Altitudine media (mslmm) hm	tempo di corrivazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
166,872	1,087	2,048	1,1

Bacino D sez. 139: Ponte Lago Palmendola

i sezione	(slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{j=1}^i S_j$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	94	0	0	0	0
1	123	0,512	0,512	108,5	55,552
2	130	0,128	0,640	126,5	16,192
3	135	0,256	0,896	132,5	33,920
4	145	0,384	1,280	140	53,760
5	154	0,256	1,536	149,5	38,272
6	205	0,256	1,792	179,5	45,952
7	900	0,640	2,432	552,5	353,600

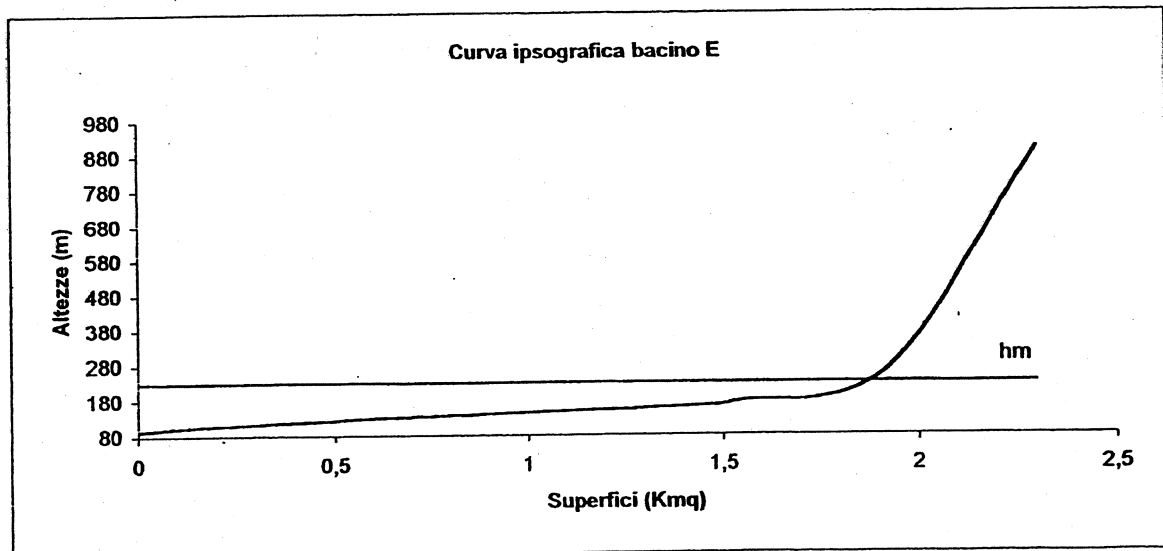
Totale 597,248



Altit.media (mslmm) hm	tempo di corrivazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
245,947	0,519	2,432	1,44

Bacino E sez. 151: Ponte Lago Sorbo

i sezione	Hmax (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{j=1}^i S_j$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	95	0	0	0	0
1	105	0,128	0,128	100	12,800
2	130	0,512	0,640	117,5	60,160
3	135	0,128	0,768	132,5	16,960
4	145	0,256	1,024	140	35,840
5	160	0,384	1,408	152,5	58,560
6	174	0,128	1,536	167	21,376
7	265	0,384	1,920	219,5	84,288
8	900	0,384	2,304	582,5	223,680
<b>Totale</b>					<b>513,664</b>

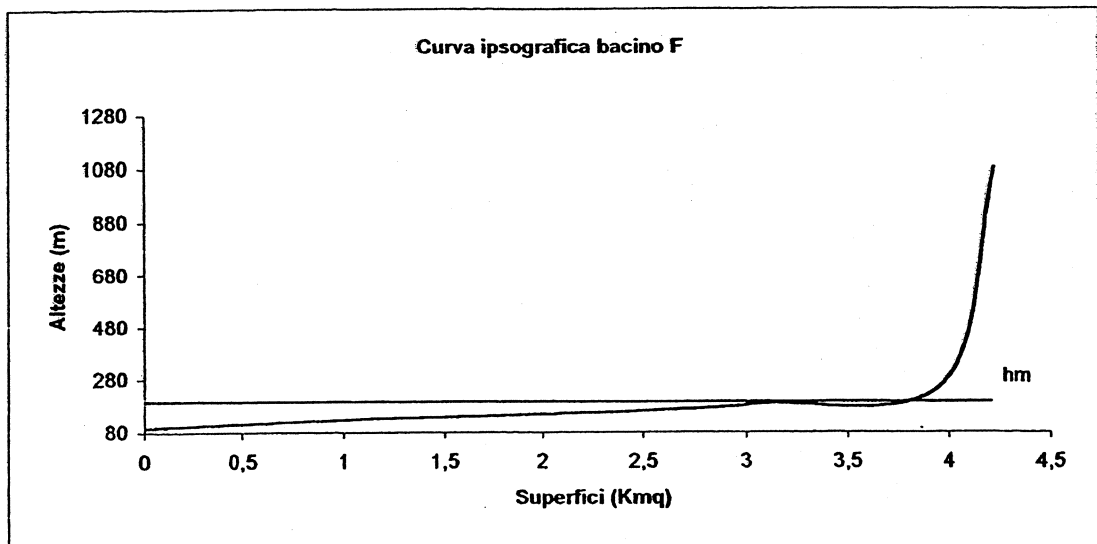


Altit.media (mslmm) hm	tempo di corrvazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
<b>228,611</b>	<b>0,874</b>	<b>2,304</b>	<b>1,34</b>

Bacino F sez. 177: Sottopasso Lagno S. Spirito

i sezione	Hmax (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{i=1}^i S_i$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	98	0	0	0	0
1	105	0,256	0,256	101,5	25,981
2	130	0,768	1,024	117,5	90,229
3	135	0,256	1,280	132,5	33,916
4	145	0,512	1,792	140	71,672
5	165	0,768	2,560	155	119,026
6	188	0,512	3,072	176,5	90,357
7	265	0,896	3,968	226,5	202,920
8	1084	0,256	4,224	674,5	172,652

Totale 806,754



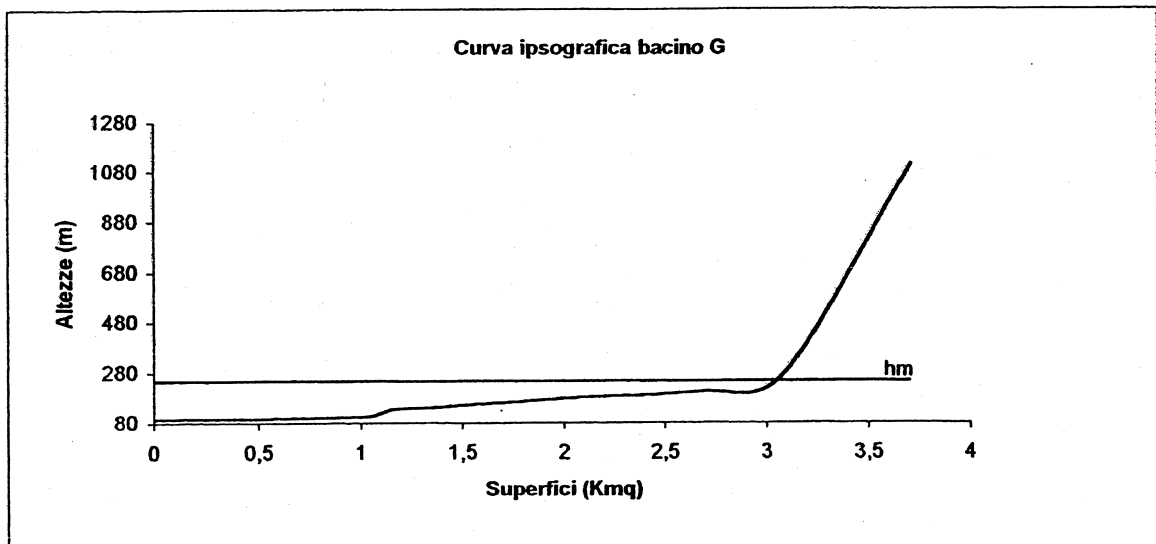
Altit.media (mslmm) hm	tempo di corrivazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
196,121	1,067	4,224	5,44



Bacino G sez. 247: Ponte Lagno S. Maria del Pozzo

i sezione	Hmax (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{j=1}^i S_j$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	95	0	0	0	0
1	105	1,024	1,024	100	102,400
2	135	0,128	1,152	120	15,360
3	145	0,256	1,408	140	35,840
4	180	0,640	2,048	162,5	104,000
5	205	0,640	2,688	192,5	123,200
6	265	0,384	3,072	235	90,240
7	1110	0,640	3,712	687,5	440,000

Totale 911,040

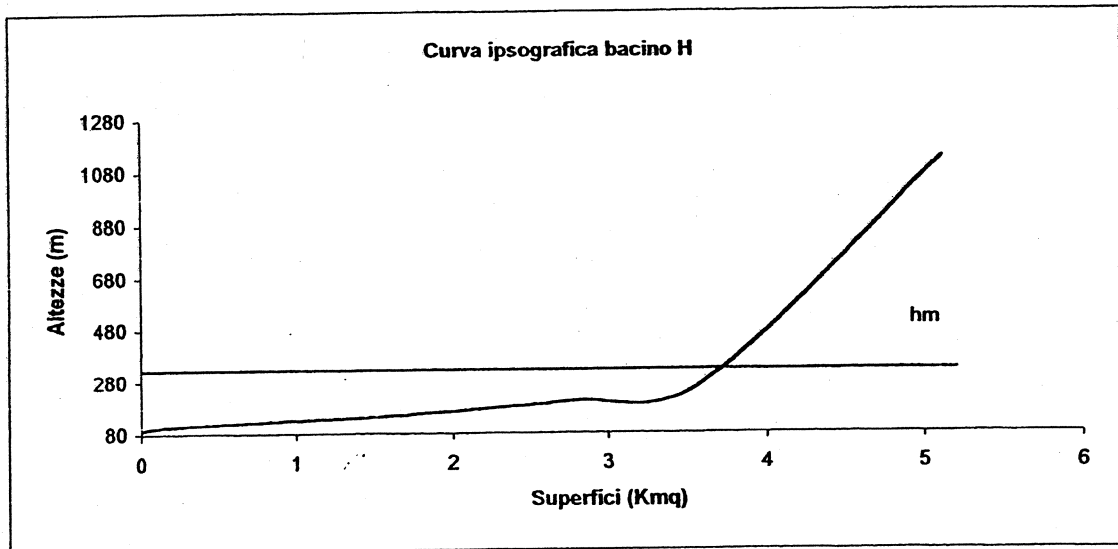


Altit.media (mslmm) hm	tempo di corrivazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
245,431	1,874	3,712	7,12

Bacino H sez. 284: Ponte Lagno Fossa dei Leoni

i sezione	Hmax (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{i=1}^n S_i$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	95	0	0	0	0
1	105	0,128	0,128	100	12,799
2	130	0,768	0,896	117,5	90,229
3	135	0,256	1,152	132,5	33,916
4	145	0,384	1,536	140	53,754
5	180	0,768	2,304	162,5	124,785
6	205	0,512	2,816	192,5	98,548
7	265	0,768	3,584	235	180,459
8	1131	1,536	5,119	698	1072,003

Totale 1666,493

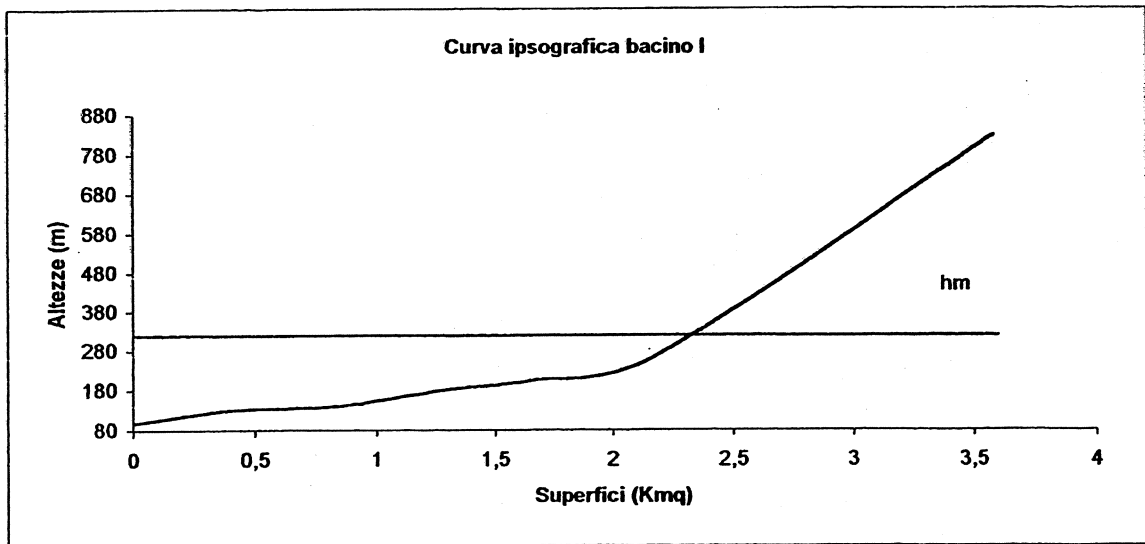


Altit.media (mslmm) hm	tempo di corrivazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
325,525	1,019	5,119	7,08

Bacino I sez. 319: Ponte Lagno Macedonia

i sezione	Hmax (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{j=1}^i S_j$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	98	0	0	0	0
1	130	0,384	0,384	114	43,771
2	135	0,256	0,640	132,5	33,916
3	145	0,256	0,896	140	35,836
4	180	0,384	1,280	162,5	62,393
5	205	0,384	1,664	192,5	73,911
6	265	0,512	2,176	235	120,306
7	827	1,408	3,584	546	768,678

Totale 1138,811

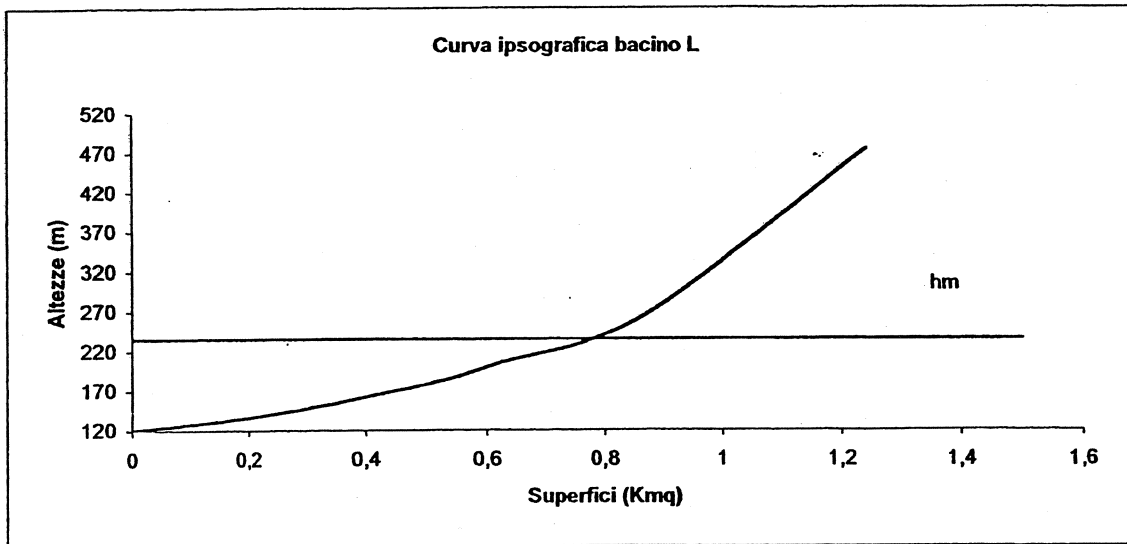


Altit.media (mslmm) hm	tempo di corrivazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
317,786	1,619	3,584	4,65

Bacino L sez. 348: Ponte Lagno Costantinopoli

i sezione	Hmax (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{j=1}^i S_j$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	120	0	0	0	0
1	130	0,124	0,124	125	15,500
2	135	0,062	0,186	132,5	8,215
3	145	0,099	0,285	140	13,888
4	180	0,223	0,508	162,5	36,270
5	205	0,112	0,620	192,5	21,483
6	265	0,248	0,868	235	58,280
7	475	0,372	1,240	370	137,640

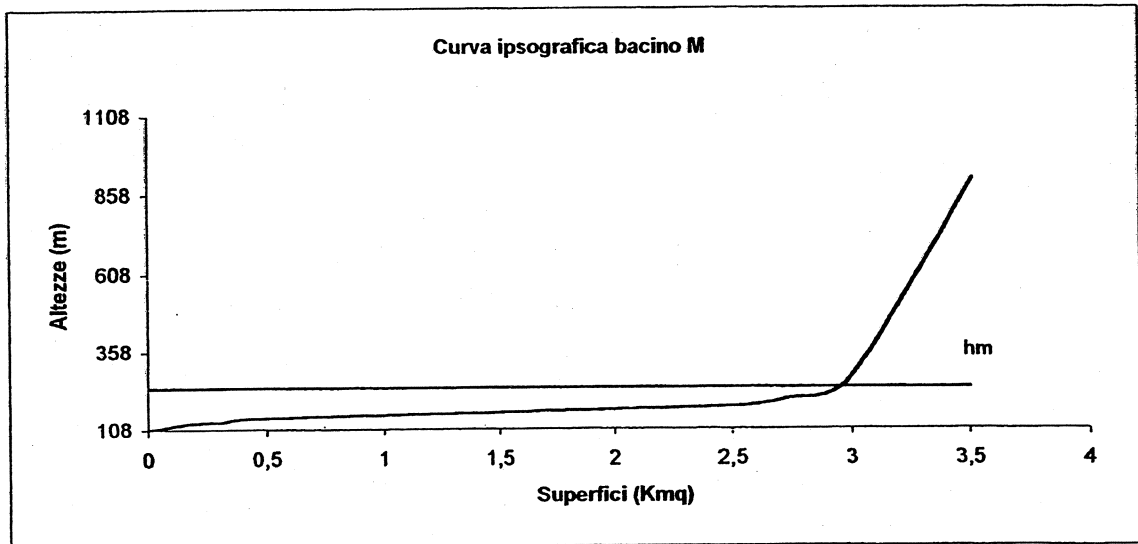
Totale 291,276



Allit.media (mslmm)	tempo di corruzione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
234,900	0,519	1,240	3,05

Bacino M sez. 409: Sottopasso Lagno Somma

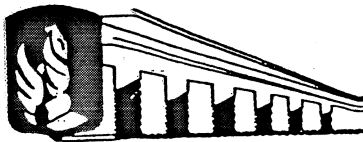
i sezione	Hmax (m) (slmm)	Superficie (Kmq) Si	$\sum_{i=1}^j S_j$ (Kmq)	Hmi=(Hi+H(i-1))/2 (m) slmm	Hmi x Si
0	108	0	0	0	0
1	130	0,176	0,176	119	20,920
2	135	0,141	0,316	132,5	18,635
3	145	0,105	0,422	140	14,767
4	180	2,110	2,532	162,5	342,810
5	205	0,211	2,742	192,5	40,610
6	265	0,246	2,989	235	57,838
7	907	0,527	3,516	586	309,056
<b>Totale</b>					<b>804,637</b>



Altit.media (mslmm) hm	tempo di corrivazione tc (ore)	Superficie (kmq)	Lunghezza asta princ. (km)
228,850	1,202	3,516	2,05

Verifiche idrauliche

Bacino	N. Sezione	Descrizione Attraversamento	Tipo	b (m)	H (m)	i (%)	T=50 (anni)			T=100 (anni)			T=500 (anni)					
							Q (mc/sec)	h (m)	v (m/sec)	Q (mc/sec)	h (m)	v (m/sec)	Q (mc/sec)	h (m)	v (m/sec)			
A	16	Ponte Lago di Trocchia	rettang.	31,4	6,51	0,01	29,060	0,455	3,03	6,05	33,166	0,493	2,14	6,02	45,049	0,594	2,41	5,92
B	64	Ponte Lago dei Reclusi	triang.		2,5	0,01	10,088	1,613	2,67	0,89	11,514	1,695	2,75	0,81	15,639	1,901	2,97	0,60
C	119	Ponte Lago delle Fosse	rettang.	3,5	3	0,01	11,508	1,185	2,78	1,82	13,134	1,303	2,88	1,70	17,840	1,631	3,13	1,37
D	139	Ponte Lago Palmendola	triang.		2,2	0,01	20,415	1,602	2,90	0,60	23,299	1,683	2,99	0,52	31,647	1,888	3,23	0,31
E	151	Ponte Lago Sorbo	rettang.	9,3	1,4	0,01	14,792	0,657	2,42	0,74	21,061	0,822	2,76	0,58	22,930	0,868	2,84	0,53
F	177	Sottopasso Lago S. Spirito	rettang.	9,4	2	0,01	24,039	0,888	2,88	1,11	27,435	0,966	3,02	0,97	37,266	1,179	3,36	0,31
G	247	Ponte Lago S. Maria del Pozzo	trap.	7	3	0,01	14,396	2,204	2,96	0,80	16,429	2,316	3,06	0,68	22,316	2,598	3,307	0,402
H	284	Ponte Lago Fossa dei Leoni	rettang.	12,2	2	0,01	30,061	0,854	2,89	1,15	34,307	0,928	3,03	0,52	46,600	1,128	3,39	0,87
I	319	Ponte Lago Macedonia	rettang.	9,3	1,2	0,01	15,355	0,673	2,45	0,53	17,524	0,731	2,58	0,47	23,803	0,889	2,88	0,31
L	348	Ponte Lago Costantinopoli	rettang.	8,68	1,65	0,01	11,529	0,588	2,26	1,06	13,157	0,640	2,37	1,01	17,871	0,777	2,65	0,87
M	409	Sottopasso Lago Somma	rettang.	7,6	2	0,01	18,451	0,872	2,78	1,05	21,057	0,950	2,92	1,05	28,602	1,162	3,24	0,84



# Ente nazionale per le strade

Compartimento della Viabilità per la Campania  
Napoli

## RADDOPPIO DELLA VARIANTE ALLA S.S. 268 DEL VESUVIO TRONCO: CERCOLA-TORRE ANNUNZIATA DAL Km 0+000 AL Km 19+554

### PROGETTO ESECUTIVO DEL 2° LOTTO DAL Km 0+000 AL Km 11+607

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DIS.	APPR.
Marzo 01				

SCALA	ID	ALLEGATO
SCALA		

## STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO

### RELAZIONE INTEGRATIVA

Il presente disegno è protetto nei termini previsti dalle leggi vigenti. Non può essere riprodotto o comunque reso noto e terzi senza la nostra preventiva autorizzazione

#### PROGETTO STRADALE:

Dott.Ing. Sebastiano Wancolle  
Geom. Giovanni Ciardiello

#### COLLABORAZIONE:

Dott.Ing. Salvatore Frasca  
Dott. Geol. Italo Bani

#### STUDIO IDROLOGICO:

Dott. Ing. Giulio Vignarelli

#### VISTO L'INGEGNERE CAPO:

Dott.Ing. Carlo Valerio

## PREMESSA

Con parere n. 292 del 24.11.2000 il Comitato Istituzionale dell'Autorità del Bacino Nord-Occidentale ha espresso parere favorevole sullo studio idrologico ed idraulico relativo ai "Lavori di raddoppio della variante alla S.S. 268 'del Vesuvio' 2° lotto, dal Km 0+000 al Km 11+607. Progetto Esecutivo", trasmesso dall'ANAS Compartimento di Napoli in data 5.12.2000.

Con il parere sopra citato l'Autorità di bacino Nord-Occidentale della Campania ha approvato lo studio in parola con la prescrizione di dettagliare in maniera più ampia la metodologia applicata, essendo quest'ultima di recente applicazione. In particolare il Comitato Istituzionale richiedeva integrazioni sui seguenti punti:

- a) Descrizione della metodologia svolta con particolare riguardo al modello di verifica adottato e conseguente interrelazione tra il tempo di ritardo ed il classico tempo di corrivazione;
- b) Il modello di verifica idraulico utilizzato per la verifica in corrispondenza degli attraversamenti e, di conseguenza, le informazioni topografiche morfologiche utilizzate;
- c) le informazioni topografiche e morfologiche alla base delle condizioni idrauliche agli attraversamenti.

In merito al primo punto, nel Capitolo 2 è riportato il calcolo delle portate di piena secondo i metodi previsti nel VAPI nonché la comparazione tra questi valori e quelli stimati nella studio idrologico sottoposto all'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania.

Nei tabulati allegati al Capitolo 2 si può rilevare la relazione intercorrente tra tempo di corrivazione e tempo di ritardo.

Dal confronto dei metodi adottati e, cioè, metodo VAPI e metodo TCEV a due componenti si rileva che le portate sono confrontabili e quindi sono simili in ordine di grandezza.



Si può osservare inoltre che i parametri e coefficienti del secondo metodo e cioè il coefficiente di afflusso e il tempo di pioggia critico (pari al tempo di corrivazione), sono in rapporto con quelli del VAPI (coefficienti di piena e tempo di ritardo) mediante un coefficiente variabile tra 1,50 - 2,00. Tali valori sono stati giustificati da studi e ricerche effettuati sui bacini della Campania, di cui si riporta un breve riepilogo nelle pagine che seguono.

Come si può evincere dai tabulati, le verifiche idrauliche sono sempre soddisfatte anche considerando i valori delle portate stimate con i metodi VAPI.

Le informazioni topografiche e morfologiche utilizzate per le verifiche idrauliche dagli attraversamenti, come risulta dalla relazione già trasmessa ed oggetto di approvazione da parte dell'Autorità di bacino, sono state rilevate dalla cartografia disponibile e dagli elementi progettuali ricavati dagli elaborati forniti dall'ANAS.

In particolare, per lo studio idrologico, è stata ovviamente utilizzata, la cartografia in scala 1:25.000 IGM per la individuazione dei bacini colanti sottesi alle sezioni relative agli attraversamenti idraulici nonché per valutare le caratteristiche geometriche e geomorfologiche degli stessi.

Per le verifiche idrauliche sono stati utilizzate le normali formule dell'idraulica in moto uniforme, trattandosi di valutazioni preliminari.

## 2. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA CON I METODI VAPI E CONFRONTO CON I VALORI CALCOLATI NELLO STUDIO IDROLOGICO SOTTOPOSTO ALL'AUTORITA' DI BACINO.

Di seguito si descrivono sinteticamente i metodi VAPI adottati nonché i criteri alla base per la stima delle portate.

Indicando con  $Q$  il massimo annuale della portata al colmo e con  $T$  il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena  $Q_T$  corrispondente al prefissato periodo di ritorno  $T$ , può essere valutata come:

$$Q_T = K_T m(Q) \quad (1)$$

dove

- $m(Q)$  = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice).
- $K_T$  = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra  $Q_T$  e la piena indice.

### Valutazione del fattore regionale di crescita $K_T$ .

Il territorio nazionale è stato suddiviso in aree ideologicamente omogenee, caratterizzate pertanto da un'unica distribuzione di probabilità delle piene annuali rapportate al valore medio (legge regionale di crescita con il periodo di ritorno).

L'indagine regionale volta alla determinazione di tale legge è stata svolta per la regione Campania nel Rapporto Campania sopra menzionato.

I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra  $K_T$  e  $T$  esplicitata come:

$$T = \frac{1}{1 - \exp(-13,11 \cdot 0,202^{K_T} - 0,923 \cdot 0,230^{K_T})} \quad (2)$$

Questa relazione può essere valutata in prima approssimazione attraverso la seguente relazione:

$$K_T = -0,0545 + 0,680 \ln T \quad (3)$$

con un errore inferiore al 9% per  $T \geq 20$  anni, ed inferiore al 2% per  $T \geq 50$  anni.

Nella tabella 1 che segue sono riportati, per diversi periodi di ritorno, i valori di  $K_T$  ottenuti dall'equazione (2).

Tabella 1 - Legge regionale di crescita per la regione Campania

T (anni)	$K_T$
10	1.63
20	2.03
50	2.61
100	3.07
200	3.53
300	3.83
500	4.17

#### Valutazione della piena media annua $m(Q)$ .

La piena media annua  $m(Q)$  è caratterizzata da una elevata variabilità spaziale che può essere spiegata, almeno in parte, ricorrendo a fattori climatici e geomorfologici.

È dunque in genere necessario ricostruire modelli che consentano di mettere in relazione  $m(Q)$  con i valori assunti da grandezze caratteristiche del bacino.

In mancanza di dati di misura di portata nelle sezioni di interesse, l'identificazione di tali modelli può essere ottenuta sostanzialmente attraverso approcci di tipo indiretto, che si basano su modelli in cui la piena media annua viene valutata con parametri che tengono conto delle precipitazioni massime sul bacino e delle caratteristiche geomorfologiche (modelli geomorfoclimatici), con relazione del tipo:

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[I(t_r)] \cdot A}{3,6} \quad (4)$$

in cui

- $t_r$  = tempo di ritardo del bacino, in ore;
- $C_f$  = coefficiente di deflusso, caratteristico del bacino;
- $m[I(t_r)]$  = media del massimo annuale dell'intensità di pioggia di durata pari al tempo di ritardo  $t_r$  del bacino, in mm/ora;
- $A$  = area del bacino, in  $\text{km}^2$ ;

- $q$  = coefficiente di attenuazione del colmo di piena, che consente di tenere conto, tra l'altro, del fatto che in realtà la durata critica del bacino, e cioè la durata della pioggia che causa il massimo annuale del colmo di piena, non è pari a  $t_p$ .

Un caso particolare dei modelli geomorfoclimatici è rappresentato dal "metodo razionale".

Il Rapporto VAPI Campania ha provveduto alla stima dei parametri sia per modelli empirici di vario tipo che per il modello geomorfoclimatico e per il modello razionale (ed anche per il metodo empirico).

Il calcolo della portata media annua al colmo di piena, di seguito riportato, nelle sezioni di interesse, in mancanza di dati di misura di portata, può essere effettuato, in via indiretta, a partire dalle precipitazioni intense e in particolare con sia con il "metodo geomorfoclimatico" che con il "metodo razionale"; entrambi i metodi sono basati, come detto, su criteri di similitudine idrologica che consentono di stimare  $m(Q)$  come una frazione della massima intensità di pioggia che può verificarsi sul bacino e tenendo in conto le caratteristiche geomorfologiche dello stesso.

Nell'applicazione di tali metodi:

- si stima la legge di probabilità pluviometrica che definisce la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata  $d$ .  $m[h(d)]$ ;
- si individua un numero per quanto è possibile ristretto di parametri che valgano a specificare, sotto forma numerica, le caratteristiche fisiche del bacino sotteso dalla generica sezione di interesse che si considera;
- in base ai valori assunti da detti parametri si definisce una durata critica  $d_c$  caratteristica del bacino, pari alla durata di pioggia che determina il massimo della piena media annua;

si stima  $m(Q)$  con il modello razionale:

$$m(Q) = \frac{C^* \cdot m[h(d_c)] \cdot A}{3,6} = \frac{C^*}{3,6} \cdot \frac{m[h(d_c)] \cdot A}{d_c} \quad (5)$$

Nella precedente:

- $A$  è la superficie del bacino, espressa in  $Km^2$ ;

- $d_c$  è la durata critica del bacino, espressa in ore;
- $m[h(d_c)]$  è il massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata pari alla durata critica del bacino, espresso in mm/ora;
- $C^*$  è il coefficiente di piena, che consente di tenere conto dell'infiltrazione sul bacino e dell'attenuazione del colmo di piena effettuata dal reticolo idrografico.

### *Valutazione della legge di probabilità pluviometrica (VAPI)*

In generale nelle applicazioni idrologiche è necessario conoscere come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia in funzione della durata  $d$  e dell'area del bacino  $A$ .

La metodologia comunemente impiegata consiste nell'ottenere la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia areale  $m[h_A(d)]$  dalla media del massimo annuale dell'altezza di pioggia puntuale  $m[h(d)]$  attraverso un fattore di ragguglio noto come coefficiente di riduzione areale  $K_A(d)$  come:

$$m[h_A(d)] = K_A(d) m[h(d)] \quad (6)$$

Per aree molto piccole, come quella dei bacini di cui trattasi,  $K_A(d)$  potrebbe essere chiaramente posto pari ad 1.

Di seguito si farà dunque riferimento alla media del massimo annuale dell'altezza di pioggia puntuale,  $m[h(d)]$ .

Per la stima della legge di probabilità pluviometrica, che definisce appunto la variazione della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia con la durata, il Rapporto VAPI Campania fa sostanzialmente riferimento a leggi a quattro parametri del tipo:

$$m[h(d)] = \frac{m[h_0] \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^\beta} \quad (7)$$

in cui  $m[h_0]$  rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per  $d$  che tende a 0 e  $\beta$  è funzione lineare della quota media del bacino e delle costanti  $C$  e  $D$ .

Le variabili  $m[h_0]$ ,  $\beta$ ,  $C$  e  $D$  sono tabellate (Tabella 5.5, pag. 173, VAPI Campania) in funzione delle 6 Aree Pluviometriche Omogenee.

Per la valutazione dei parametri del modello geomorfoclimatico e di quello razionale, e cioè della parte di bacino permeabile (frazione permeabile), del coefficiente di afflusso di piena  $C_f$  (geomorfoclimatico) o  $C^*$  (razionale) e del tempo di ritardo del bacino  $t_r$ , in mancanza di dati relativi ai bacini in esame che consentono una stima degli stessi secondo la metodologia proposta dal suddetto Rapporto VAPI Campania, si considera:

- frazione permeabile pari al 40% del bacino;
- per  $C_f$  e  $C^*$  sono state utilizzate rispettivamente le formule 5.38c, 5.38d, 5.39a e 5.39b;
- per  $t_r$  sono state utilizzate le formule 5.46b e 5.47b;
- per  $d_c$  si ammette che risulti  $d_c = t_r$ .

In definitiva, per i bacini in esame, la stima di  $m(Q)$  può essere ottenuta dalla relazione (4) per il metodo geomorfoclimatico e dalla (5) per quello razionale, adottando i parametri e coefficienti succitati.

Nei tabulati allagati si riportano i calcoli delle portate di piena sulla base delle indicazioni riportate nel rapporto VAPI e secondo i tre metodi proposti (metodo geomorfoclimatico, razionale ed empirico).

### 2.3.3 Valutazione della legge di probabilità pluviometrica (TCEV a due componenti)

Tuttavia, quando manchino dati relativi a piogge di durata molto breve, si può ricorrere ad una legge di tipo monomio:

$$m[h(d)] = m[h_1] d^n \quad (8)$$

che interpola bene i dati di pioggia di durata maggiore o minore ad 1 ora.

Per la valutazione dei parametri  $m[h_1]$  ed  $n$  della precedente formula, si è fatto ricorso ad una analisi statistica effettuata utilizzando i dati dei massimi annuali di pioggia di durata 1,3,6,12 e 24 ore relativi alle stazioni pluviografiche ricadenti nel territorio in esame.

Tali dati sono stati tratti dagli Annuali Idrologici pubblicati dal Compartimento di Napoli del Servizio Idrologico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.), pubblicati sullo stesso rapporto VAPI preso a riferimento.

I risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici e le leggi di pioggia adottati sono esplicitati nello studio idrologico redatto dal sottoscritto.

In particolare, in tale studio, il tempo di corrivazione  $d_c$  è stato valutato attraverso la formula di Giandotti:

$$d_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{Y - Y_0}} \quad (10)$$

in cui:

- A è la superficie del bacino, espressa in Km<sup>2</sup>;
- L è la lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua, in Km;
- Y è l'altitudine media del bacino, in m s.l.m.m.;
- Y<sub>0</sub> è l'altitudine minima (quota d'alveo nella sezione di chiusura del bacino) in m s.l.m.m.

La stima di  $m(Q)$  è stata ottenuta dalla relazione (5), esplicitata come:

$$m(Q) = \frac{1}{3,6} \cdot \varphi \cdot a \cdot d_c^{(n-1)} \cdot A \quad (11)$$

dopo aver calcolato il valore di  $d_c$  dalla relazione (10) e a ed n dalle relazioni (9) dello studio idrologico ed avendo posto il coefficiente di afflusso  $\varphi$  variabile da 0.30 a 0.40.

Tali coefficienti sono stati rilevati dalla letteratura tecnica in materia e sono relativi a bacini colanti costituiti prevalentemente da aree non urbanizzate e da terreni piroclastici con in tratti pedemontani.

### Considerazioni riepilogative

Dal confronto dei metodo adottati e, cioè, metodo VAPI e metodo TCEV e due componenti si rileva che le portate sono confrontabili e quindi sono simili in ordine di grandezza.

Si può osservare, inoltre, anche che i parametri e coefficienti del secondo metodo e cioè il coefficiente di afflusso e il tempo di pioggia critico (pari al tempo di corrivazione), sono in rapporto con quelli del VAPI (coefficienti di piena e tempo di ritardo) mediante

un coefficiente pari a 1,50 - 2.00. Tali valori sono stati giustificati anche dagli studi e ricerche effettuati sui bacini della Campania.

Nei tabulati che seguono si riportano i valori delle portate di massima piena valutate con i criteri innanzi indicati nelle sezioni idrauliche considerate. Si riportano inoltre le caratteristiche del moto (tirante, velocità, franco idraulico, etc.) corrispondenti ai valori delle portate per i tempi di ritorno di progetto.

Come si può evincere dai tabulati, le verifiche idrauliche sono sempre soddisfatte anche considerando i valori delle portate stimate con i metodi VAPI.



## CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA CON IL METODO VAPI

AREA Pluviometrica <sup>1</sup>  
 m(l) 77.0800  
 dc 0.3661  
 C 0.7995  
 D 3.6077  
 beta 0.8112

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
<b>BACINO</b>											
Quota media (slmm)	325.00	174.00	167.00	246.00	228.00	196.00	245.00	325.00	318.00	235.00	229.00
Superficie totale	6.2710	2.3040	2.0480	2.4320	2.3040	4.2240	3.7120	5.1190	3.5840	1.2400	3.5160
area permeabile (%)	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
<b>modello</b>											
geomorfoclimatico											
Cf1	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300	0.1300
Cf2	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000
c1	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500
c2	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000
area perm. s. bosco											
A1	3.1355	1.1520	1.0240	1.2160	1.1520	2.1120	1.8560	2.5595	1.7920	0.6200	1.7580
A2	3.1355	1.1520	1.0240	1.2160	1.1520	2.1120	1.8560	2.5595	1.7920	0.6200	1.7580
area impermeabile											
A	6.2710	2.3040	2.0480	2.4320	2.3040	4.2240	3.7120	5.1190	3.5840	1.2400	3.5160
Cf	0.3650	0.3650	0.3650	0.3650	0.3650	0.3650	0.3650	0.3650	0.3650	0.3650	0.3650
tr	0.7352	0.4457	0.4202	0.4579	0.4457	0.6034	0.5657	0.6643	0.5558	0.3269	0.5505
q	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000
KA(tr)	0.9920	0.9969	0.9972	0.9967	0.9969	0.9945	0.9951	0.9934	0.9953	0.9983	0.9953
m(m/ora)	31.5441	40.4018	41.4610	39.9154	40.4018	34.9808	36.1262	33.2952	36.4387	45.9309	36.6094
m(c/s)	11.94	5.64	5.15	5.89	5.64	8.94	8.12	10.30	7.91	3.46	7.79

BACINO		A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
metodo razionale	C*1	0.0900	0.0900	0.0900	0.0900	0.0900	0.0900	0.0900	0.0900	0.0900	0.0900	0.0900
	C*2	0.3800	0.3800	0.3800	0.3800	0.3800	0.3800	0.3800	0.3800	0.3800	0.3800	0.3800
m/s	c1	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500
m/s	c2	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000	1.7000
area perm.s. bosco	A1	3.1355	1.1520	1.0240	1.2160	1.1520	2.1120	1.8560	2.5595	1.7920	0.6200	1.7580
area impermeabile	A2	3.1355	1.1520	1.0240	1.2160	1.1520	2.1120	1.8560	2.5595	1.7920	0.6200	1.7580
	A	6.2710	2.3040	2.0480	2.4320	2.3040	4.2240	3.7120	5.1190	3.5840	1.2400	3.5160
ore	C*	0.2350	0.2350	0.2350	0.2350	0.2350	0.2350	0.2350	0.2350	0.2350	0.2350	0.2350
	tr	0.7634	0.4627	0.4362	0.4754	0.4627	0.6265	0.5873	0.6897	0.5771	0.3394	0.5716
	KA(tr)	0.9920	0.9969	0.9972	0.9967	0.9969	0.9945	0.9951	0.9934	0.9953	0.9983	0.9954
mm/ora	m(l(tr))	30.9054	39.7264	40.7860	39.2401	39.7264	34.3195	35.4597	32.6436	35.7709	45.2693	35.9410
mc/s	m(Q)	12.5505	5.9562	5.4374	6.2091	5.9562	9.4109	8.5503	10.8361	8.3293	3.6579	8.2108
regressione empirica	mc/s m(Q)	11.96	5.84	5.37	6.07	5.84	9.01	8.22	10.34	8.02	3.75	7.91

riepilogo

BACINO

modello geomorfoc.

metodo razionale

metodo empirico

A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
11.94	5.64	5.15	5.89	5.64	8.94	8.12	10.30	7.91	3.46	7.79
12.55	5.96	5.44	6.21	5.96	9.41	8.55	10.84	8.33	3.66	8.21
11.96	5.84	5.37	6.07	5.84	9.01	8.22	10.34	8.02	3.75	7.91

# RIEPILOGO DELLE PORTATE

BACINO	metodo geomorfoclimatico			metodo razionale			metodo empirico			
	T	50	100	T	50	100	T	50	100	500
	m(Q)			m(Q)			m(Q)			
A	11.94	2.60	3.07	12.55	2.60	3.07	11.96	2.60	3.07	4.17
B	5.64	31.08	36.70	5.96	32.67	38.59	5.84	31.14	36.77	49.86
C	5.15	14.70	17.36	5.44	15.51	18.31	5.37	15.21	17.97	24.36
D	5.89	13.41	15.84	6.21	14.16	16.72	6.07	13.98	16.51	22.39
E	5.64	15.32	18.10	5.96	16.17	19.09	5.84	15.81	18.67	25.32
F	8.94	14.70	17.36	9.41	15.51	18.31	9.01	15.21	17.97	24.36
G	8.12	23.27	27.49	8.55	24.50	28.94	8.22	23.47	27.72	37.59
H	10.30	21.13	24.96	10.84	22.26	26.29	10.34	21.40	25.27	34.27
I	7.91	26.81	31.67	8.33	28.21	33.32	8.02	26.93	31.80	43.12
L	3.46	20.59	24.31	3.66	21.69	25.61	3.75	20.87	24.65	33.42
M	7.79	9.00	10.63	8.21	9.52	11.25	7.91	9.77	11.53	15.64
		20.29	23.96		21.38	25.25		20.58	24.31	32.96

## Comparazione SCARTO

10.50%  
 50.53%  
 20.41%  
 -22.44%  
 2.65%  
 0.02%  
 51.68%  
 -7.83%  
 38.52%  
 -19.30%  
 13.63%

	LEGGI MONOMIA		
	50	100	500
m(Q)	2.60	3.07	4.17
10.80	28.13	33.22	45.04
3.75	9.76	11.53	15.63
4.28	11.14	13.15	17.84
7.59	19.76	23.33	31.64
5.50	14.32	16.91	22.93
8.94	23.27	27.48	37.26
5.35	13.93	16.46	22.31
11.18	29.09	34.36	46.59
5.71	14.86	17.55	23.80
4.29	11.16	13.18	17.87
6.86	17.86	21.09	28.60

A B C D E F G H I L M

## 9) CALCOLI E VERIFICHE IDRAULICHE

La tipologia degli attraversamenti e le loro caratteristiche geometriche sono state fornite dall'Ente committente e come tali, trattandosi di progetto preliminare, utilizzati dal redattore del presente studio di verifica.

Per la verifica degli attraversamenti, è stata utilizzata una delle più ricorrenti formule di moto uniforme che la letteratura ci fornisce, ovvero quella di Gaukler-Strikler. La suddetta formula si esprime, come a tutti ben noto, attraverso la relazione:

$$V = KR^{2/3} i^{1/2} \quad (1)$$

Se a tale formula si associa a quella di continuità:

$$Q = V\sigma \quad (2)$$

si può procedere in maniera speditiva, una volta prefissate le caratteristiche geometriche del manufatto, alla determinazione delle caratteristiche idrauliche della corrente che si instaurano al passaggio delle varie portate. Si è, inoltre, verificato, attraverso la relazione che determina il carico della corrente:

$$H = h + V^2/(2g) \quad (3)$$

Se l'energia totale della corrente restava comunque entro i tronchi.

Va ricordato che nelle relazioni (1), (2) e (3), si è indicato con:

V(m/s)	la verifica in moto uniforme
K	il coefficiente di Gaukler-Strikler;
R(m)	il raggio idraulico espresso come rapporto tra le sezione idrica e il contorno bagnato;
i	la pendenza del collettore;
Q(mc/s)	la portata;
$\sigma$ (mq)	la sezione idrica;
H(m)	il carico idraulico della corrente;
g(m/sec)	l'accelerazione di gravità.

Per quanto concerne il valore del coefficiente "K", coefficiente il cui valore dipende essenzialmente dalla natura delle pareti che costituiscono lo speco, si è ritenuto cautelativo adottare il valore 35 considerata la natura delle pareti.

Nelle verifiche delle opere si è controllato che, il massimo grado di riempimento restasse contenuto in valore di 0,75/0,80 questo per garantire il necessario franco ed evitare che eventuali innalzamenti tirante idrico possano occludere la sezione dello speco, provocando alterazione nel normale deflusso a pelo libero all'interno delle sezioni idrauliche.

VERIFICHE IDRAULICHE

Bacino	Descrizione Attraversamento	Tipo	b (m)	H (m)	i (%)	T=50 (anni)				T=100 (anni)				T=500 (anni)				G.R. (%)		
						q (m <sup>3</sup> /sec)	h (m)	v (m/sec)	franco (m)	G.R. (%)	q (m <sup>3</sup> /sec)	h (m)	v (m/sec)	franco (m)	G.R. (%)	q (m <sup>3</sup> /sec)	h (m)		v (m/sec)	franco (m)
A	Ponte Lago di Trocchia	rettang.	31.4	6.51	0.01	31.078	0.474	2.09	6.04	7%	36.705	0.525	2.23	5.99	8%	49.769	0.632	2.51	5.88	10%
B	Ponte Lago dei Reclusi	triang.	0	2.5	0.01	14.697	1.857	2.93	0.64	74%	17.357	1.977	3.05	0.52	79%	23.535	2.216	3.29	0.28	89%
C	Ponte Lago delle Fosse	rettang.	3.5	3	0.01	13.411	1.322	2.90	1.68	44%	15.838	1.493	3.03	1.51	50%	21.476	1.874	3.27	1.13	62%
D	Ponte Lago Palmendola	triang.		2.2	0.01	15.324	1.439	2.70	0.76	65%	18.098	1.531	2.81	0.67	70%	24.540	1.716	3.03	0.48	78%
E	Ponte Lago Sorbo	rettang.	9.3	1.4	0.01	14.697	0.654	2.42	0.75	47%	17.357	0.727	2.57	0.67	52%	23.535	0.882	2.87	0.52	63%
F	Sottopasso Lago S. Spirito	rettang.	9.4	2	0.01	23.272	0.870	2.85	1.13	43%	27.486	0.968	3.02	1.03	48%	37.268	1.179	3.36	0.82	59%
G	Ponte Lago S. Maria del Pozzo	trap.	7	3	0.01	21.134	0.918	2.91	2.08	31%	24.961	1.013	3.07	1.99	34%	33.845	1.214	3.995	1.79	40%
H	Ponte Lago Fossa del Leon!	rettang.	12.2	2	0.01	26.815	0.794	2.77	1.21	40%	31.669	0.882	2.94	0.67	44%	42.941	1.070	3.29	0.93	54%
I	Ponte Lago Macedonia	rettang.	9.3	1.2	0.01	20.585	0.810	2.73	0.39	68%	24.312	0.901	2.90	0.30	75%	32.966	1.097	3.23	0.10	91%
L	Ponte Lago Costantinopoli	rettang.	8.68	1.65	0.01	9.005	0.504	2.06	1.15	31%	10.635	0.559	2.19	1.09	34%	14.420	0.678	2.45	0.97	41%
M	Sottopasso Lago Somma	rettang.	7.6	2	0.01	20.291	0.928	2.88	0.97	46%	23.966	1.034	3.05	0.97	52%	32.495	1.265	3.38	0.74	63%

