COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



SCALA:

DIREZIONE	TECNICA
U.O. CORPO	STRADALE E GEOTECNICA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE
ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI
MADDALONI

Titolo: Idrologia e Idraulica

Relazione Idrologica

COMM		ENTE 1 1	TIPO DOC.	OPERA/DI	SCIPLINA 0 0 1	PROGR	R. REV	OTECNICA OTECNICA OBECTION
Rev.	Descrizione Emissione Esecutiva	Redatto C. Marson	Data — Mag. 2016	Verificato Jisei	Data Mag. 2016	Approvato	Data Mag. 2016	Autorizzafo Data: Q
								Dording Francisco
File: IF	0F01D11R1ID0001001B.doc							n. Elab.:



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA

 COMMESSA
 LOTTO
 CODIFICA
 DOCUMENTO
 REV.
 FOGLIO

 IFOF
 01
 D 11 RI
 ID 00 01 001
 B
 2 di 39

INDICE

1PREMI	ESSA	3
2LIMITI	TERRITORIALI – AREA DI PROGETTO	4
2.1	IL RISCHIO IDRAULICO	6
3I BACI	NI E LA RETE IDROGRAFICA DEI CORSI D'ACQUA	11
3.1	MAPWINDOW E L'APPLICATIVO TAUDEM	11
3.2	L'INDIVIDUAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI LUNGO LA TRATTA FERROVIARIA	15
4STUDI	O IDROLOGICO	16
4.1	La metodologia VAPI	16
4.2	VAPI: CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA VALIDE PER LA REGIONE CAMPANIA	18
4.3	VAPI: PORTATE ISTANTANEE AL COLMO DI PIENA	20
4.4	Risultati dell'analisi idrologica dell'AdB Campania Centrale	24
4.5	CURVE PLUVIOMETRICHE RELATIVE ALLA ZONA C3	25
4.6	Curve di possibilità' pluviometrica	26
5STIMA	DELLE PORTATE DI PROGETTO	28
5.1	STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO DEI BACINI MAGGIORI - IL METODO VAPI	28
5.2	VALUTAZIONE DELLE PORTATE DEI BACINI DEL PROGETTO PRELIMINARE	30
5.3	STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO DEI BACINI MINORI - METODO RAZIONALE	31
6ANAL	ISI DI DETTAGLIO DEL FOSSO CARMIGNANO	34
6.1	IL BACINO DEL FOSSO CARMIGNANO	35
6.2	IL PROGETTO DELL'ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO	37

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	I° LOTTO VARIANTE	O TRAT FUNZI ALLA	TA CANCEL ONALE CA LINEA RO	LO-BENEVEN' NCELLO-FRAS MA-NAPOLI V OGETTO DEFI	SSO TE	SINO NEL
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV ₁₀	FOGLIO
	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	B	3 di 39

1 PREMESSA

La presente relazione riassume i risultati delle indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idrologico – idraulico dei bacini idrografici principali e secondari interessati il tracciato del 1° Lotto funzionale, che prevede la variante della linea storica Roma-Napoli, via Cassino, nel territorio di Maddaloni ed il proseguo con la tratta Cancello – Frasso Telesino.

L'area oggetto dello studio idrologico, ovvero quella sottesa dal raddoppio della linea ferroviaria, è ubicata nella Regione Campania, tra le province di Caserta e Benevento e coinvolge alcuni bacini di corsi d'acqua affluenti in sinistra del fiume Garigliano e il bacino del Carmignano affluente in destra dei Regi Lagni (Figura 1).



Figura 1: Inquadramento territoriale della tratta Cancello - Frasso Telesino.

In questo studio si è fatto riferimento alle risultanze degli studi condotti da:

- l'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, comprendente i territori delle ex AdB regionali Nord Occidentale della Campania e del Fiume Sarno, situata tra le provincie di Napoli,

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	I° LOTTO VARIANTE	IO TRAT FUNZI	TA CANCEL IONALE CA LINEA RO	LO-BENEVEN' NCELLO-FRAS MA-NAPOLI V OGETTO DEFI	SSO TE	SINO NEL
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
1122/12/01/2 /5/1020 3/07/	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	4 di 39

Avellino, Benevento, Caserta, Salerno e Benevento nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico, della U.O. 1.9 del CNR-GNDCI, nell'ambito del territorio di propria competenza;

- l'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, nell'ambito del territorio di propria competenza;
- la "Valutazione delle piene in Campania" (VAPI Rossi e Villani 2001).

Nella successiva relazione idraulica è stata verificata la compatibilità idraulica dell'infrastruttura ferroviaria di progetto con l'assetto idraulico e con le condizioni di rischio idraulico del territorio attuali e successive alla realizzazione dell'intervento.

2 LIMITI TERRITORIALI – AREA DI PROGETTO

La tratta Cancello - Frasso Telesino attraversa l'area di pertinenza di due autorità di bacino: l' Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno e l' Autorità di Bacino della Campania Centrale (Figura 2).



Figura 2: Tratta Cancello - Frasso Telesino e limiti delle Autorità di Bacino



La delimitazione di tutti i bacini nazionali ed interregionali è stata fissata dal D.P.C.M. 22 dicembre 1977 e sulla base di questa perimetrazione sono state fino ad ora individuate le ripartizioni delle risorse finanziarie attribuite alla legge 183/89.

In relazione al D.P.R. 14/04/94 "atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale e interregionale" è stata definita la delimitazione del Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno, adottata dal Comitato Istituzionale con deliberazione n. 3 del 29 gennaio 1996, approvata con DPR 1/06/98 e pubblicata sulla G.U. n. 247 del 22 ottobre 1998.

L'area di competenza dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno si colloca nell'Italia centromeridionale ed è interessata dall'Appenino Abruzzese, Laziale e Campano, percorsa dai tre fiumi e dai loro numerosi affluenti, bagnata dal mar Tirreno, comprende principalmente 5 Regioni (Abruzzo, Lazio, Campania, Molise, Puglia), 11 Province (L'Aquila, Benevento, Caserta, Avellino, Salerno, Frosinone, Latina, Roma, Campobasso, Isernia, Foggia) e 450 Comuni, per una superficie di circa 11.484 Kmq.

La Regione Campania, con D.P.G.R.C. n. 143 del 15/05/2012 (B.U.R.C. n. 33 del 21/05/2012), in attuazione dell'art.52, comma 3., lett. e), della L.R. n.1 del 27/01/2012, ha disposto l'incorporazione dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Nord-Occidentale nell'Autorità di Bacino Regionale del Sarno, denominandola: Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale.

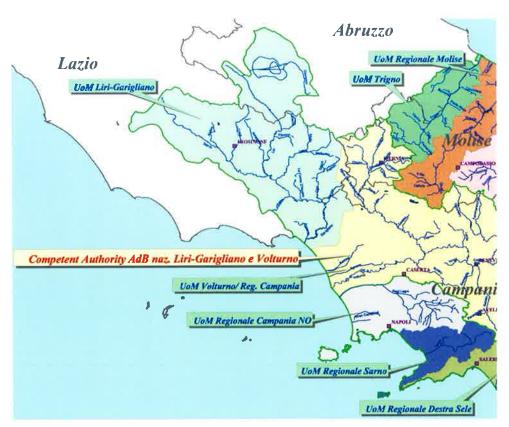


Figura 3: Aree di competenza delle Autorità di Bacino.



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	6 di 39

2.1 IL RISCHIO IDRAULICO

RELAZIONE IDROLOGICA

Il rischio idraulico, da intendersi come rischio di inondazione da parte di acque provenienti da corsi d'acqua naturali o artificiali, risulta essere, anche secondo l'approccio dettato anche dalla normativa nazionale (L.267/98) in materia, il prodotto di due fattori: la **pericolosità** (ovvero la probabilità di accadimento di un evento calamitoso di una certa entità) e il **danno atteso** (inteso come perdita di vite umane o di beni economici pubblici e privati).

La pericolosità è un fattore legato sia alle caratteristiche fisiche del corso d'acqua e del suo bacino idrografico, sia alle caratteristiche idrologiche, ovvero intensità, durata, frequenza e tipologia delle precipitazioni, nel bacino imbrifero dal quale si alimenta ogni corso d'acqua. Con il termine di **pericolosità idraulica**, in idrologia, si definisce la probabilità che un fenomeno naturale potenzialmente distruttivo si verifichi in un dato tempo ed in una data area.

La pericolosità di evento naturale è definita sulla base del tempo di ritorno oppure del rischio idraulico. La pericolosità idraulica si differenzia in quattro classi.

- Classe P4: a pericolosità molto elevata, in corrispondenza delle aree allagate per piena con tempo di ritorno T = 50 anni;
- Classe P3: a pericolosità elevata, in corrispondenza delle aree allagate per piena con tempo di ritorno T = 200 anni, con altezza d'acqua h > 0,9 m per qualunque velocità della corrente, con altezza d'acqua h < 0,9 m per velocità v≥ 2 ms⁻¹;
- Classe P2: a pericolosità media, in corrispondenza delle aree allagate per piena con T = 200 anni, altezza d'acqua h < 0.9 m, se la velocità della corrente è $v < di \ 2 \text{ ms}^{-1}$,
- Classe P1: a pericolosità moderata, in corrispondenza delle aree allagate per piena con tempo di ritorno T = 500 anni.

La carta della pericolosità idraulica e del rischio idraulico dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale prendono in esame la parte di tracciato relativa al tratto della linea Cancello-Frasso sino progressiva 2+774 km (imbocco galleria Aglio lato sud). Da tali carte si evince che le aree interessate da tale porzione di tracciato ferroviario sono esenti da qualsiasi pericolosità o rischio idraulico, tuttavia sono presenti diverse aree di pericolosità e di rischio lungo il Fosso Carmignano, uno dei corsi d'acqua attraversati dalla linea ferroviaria di progetto, si vedano la Figura 4 e la Figura 5.



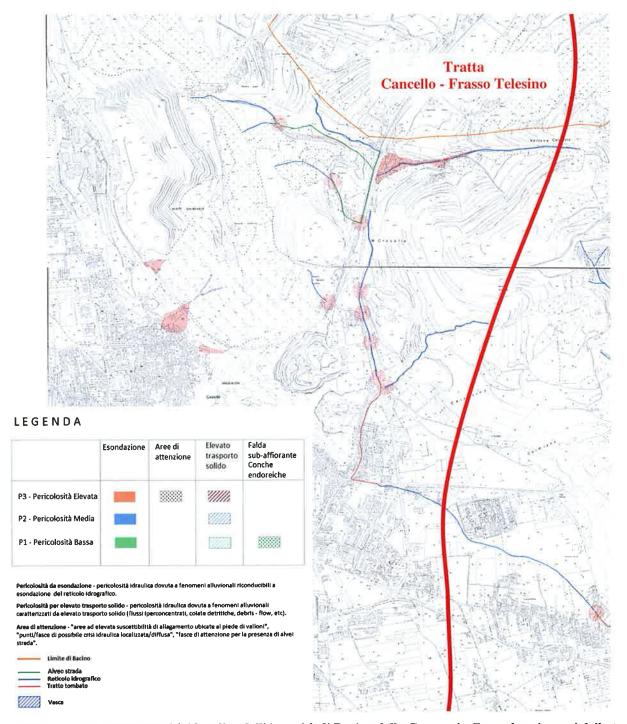


Figura 4: Aree di Pericolosità idraulica dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale nei pressi della tratta Cancello - Frasso Telesino.



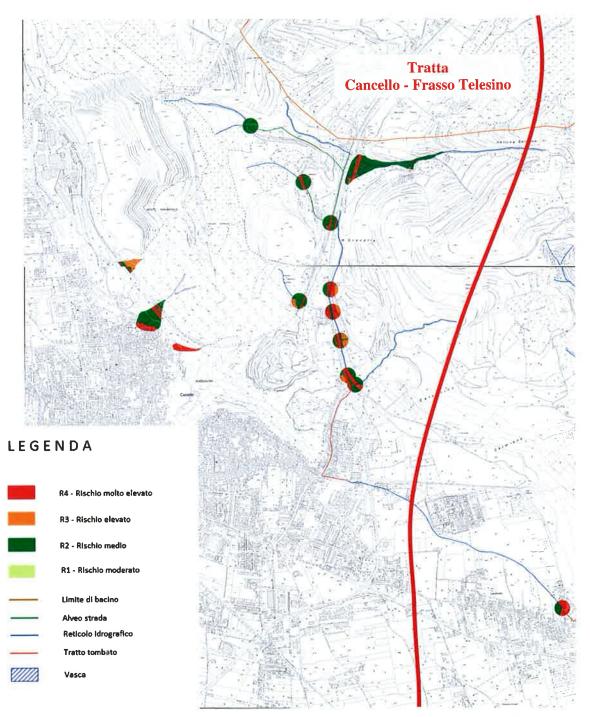


Figura 5: Aree di rischio idraulico dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale nei pressi della tratta Cancello - Frasso Telesino.

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	I° LOTTO VARIANTE	O TRAT FUNZ ALLA	TA CANCEL IONALE CA LINEA RO	LO-BENEVEN' NCELLO-FRAS MA-NAPOLI V OGETTO DEF	SSO TE	SINO NEL
RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	B	9 di 39

Per la rimanente per la parte del tracciato compresa tra la progressiva 6+970 (imbocco galleria Aglio lato nord). e 16+500 l'Autorità di Bacino del Liri, Garigliano e Volturno ha redatto le sole carte del rischio relative alle aree direttamente interessate dai corsi d'acqua principali. Nella tratta Cancello - Frasso Telesino il solo corso d'acqua principale indagato dall'AdB Liri, Garigliano e Volturno è il Fiume Isclero. In Figura 6 si riportano le aree di pericolosità del Fiume Isclero tracciate dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno nell'area della tratta Cancello - Frasso Telesino.

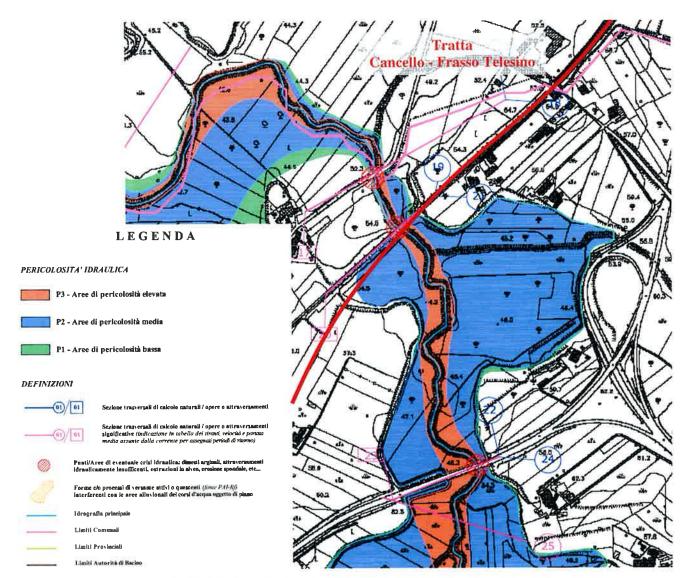


Figura 6: Aree di Pericolosità del Fiume Isclero tracciate dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno nell'area della tratta Cancello - Frasso Telesino.



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

BELAZIONE IDBOLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RELAZIONE IDROLOGICA	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	10 di 39

In Tabella 1 si riporta la valutazione dei livelli idrici, del tirante idrico e della velocità del Fiume Isclero in diverse sezioni per la portata Tr 300 svolta dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno contestualmente alla tracciatura delle aree di pericolosità.

SCENARIO ALLUVIONI RARE DI ESTREMA INTENSITA' - TEMPO DI RITORNO T = 300 ANNI

na		Q [m3/s]	Y _b [m s.l.m.]	Y _w [m s.l.m.]	hm [m]	V ₌ [m/s]
Corso d'acqua	Sezione	Portata	Quota minima di fondo	Livello idrico assoluto	Tirante idrico rispetto al fondo alveo	Velocità media nella
	9 monte ponte	667	32.72	39.01	6.29	3.19
	12 monte ponte	667	34.79	40.23	5.44	2.31
	14	667	36.63	42.31	5.68	3.06
	15	667	38.89	43.98	5.09	3.16
	17 monte ponte	667	40.12	49.84	9.72	4.14
SCLERO	20 monte ponte	667	42.15	51.76	9.61	3.62
ŠĆĽ	23 monte ponte	667	43.71	52.78	9.07	1.36
**	25	667	43.62	52.87	9.25	0.54
	26	667	47.89	53.20	5.31	1.04
	28 monte ponte	667	50.35	55.06	4.71	3.37
	30	667	50.20	55.63	5.43	2.34
	31	667	50.22	55.64	5.42	2.37

Tabella 1: Autorità di Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno, valutazione dei livelli idrici, del tirante idrico e della velocità del Fiume Isclero in diverse sezioni per la portata Tr 300.



3 I BACINI E LA RETE IDROGRAFICA DEI CORSI D'ACQUA

La tratta ferroviaria attraversa diversi corsi d'acqua. Per individuare le sezioni di attraversamento dei corsi d'acqua, per ricostruire la rete idrografica dell'area e la delimitazione dei bacini è stata utilizzata la cartografia tecnica regionale, il rilievo di dettaglio del terreno circostante la linea ferroviaria ed il modello digitale del terreno alla risoluzione di 30 m, disponibile presso il sito ASTER Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM) e realizzato grazie al progetto della NASA, Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM). Quest'ultimo strumento in particolare è stato sfruttato per l'individuazione dei bacini dei corsi d'acqua maggiori (Torrente Isclero, San Giorgio e Rio Secco).



Figura 7: DEM della Nasa

Il modello digitale del terreno della NASA è stato elaborato mediante il software MApWindow.

3.1 MAPWINDOW E L'APPLICATIVO TAUDEM

Per identificare la rete idrografica dell'area di studio, è stato utilizzato il programma MapWindow, software sviluppato dall'Idaho State University e dalla Utah State University, integrato con il plug-in TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models). Questo applicativo consente il riconoscimento della rete idrografica sfruttando semplicemente il DTM dell'area di interesse, che deve essere fornito come griglia di quadrati di dimensioni identiche (pixel) ad ognuno dei quali va associata la quota geodetica media della porzione di territorio sottesa dal quadrato stesso.



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	12 di 39	

RELAZIONE IDROLOGICA

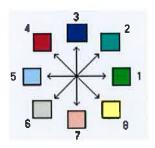
La procedura prevista è la seguente

Estrazione della rete: suddivisione del bacino idrografico in un numero ragionevole di sottobacini e individuare i pixel "canalizzati", pixel che, nella semplificazione idrologica del territorio, dovrebbero corrispondere ai canali della rete idrografica. La configurazione della rete estratta dipende dal criterio di estrazione adottato e dai valori assunti dai parametri.

Fill Pits (Riempimento dei buchi): I pits (buchi) nei modelli digitali del terreno sono delle aree caratterizzate da una quota sensibilmente più bassa di tutto il terreno che li circonda. Sono dovuti generalmente a imperfezioni nel rilievo e possono interferire con la corretta simulazione dei fenomeni idrologici che interessano il bacino. Questa funzione identifica i pits nel DEM ed aumenta la loro quota fino al livello del punto più basso con cui confinano.

<u>Calcolo delle direzioni di drenaggio</u>: il calcolo delle direzioni di drenaggio viene eseguito con il metodo dello *steepest descent* per ogni singolo pixel, con due diversi procedure.

Un primo approccio, detto a <u>8 direzioni di drenaggio</u>, ipotizza che l'acqua caduta su un certo pixel dreni tutta in uno solo dei pixel adiacenti, cioè in quello caratterizzato dal massimo dislivello (verso il basso).



Numerati i pixel adiacenti, la direzione di drenaggio viene identificata con il numero del pixel adiacente che massimizza il rapporto:

$$\begin{cases} \frac{\Delta z}{\Delta x} = \frac{z_0 - z_i}{\Delta x} & i \ dispari\\ \frac{\Delta z}{\Delta x} = \frac{z_0 - z_i}{\sqrt{2} \cdot \Delta x} & i \ pari \end{cases}$$

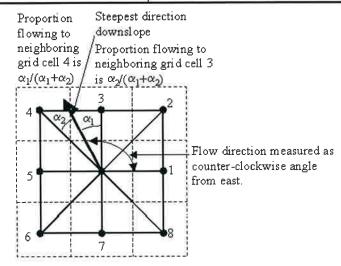
Un secondo approccio, detto a <u>infinite direzioni di drenaggio</u>, identifica la direzione di drenaggio con l'angolo antiorario in radianti a partire dalla direzione Est. L'angolo è determinato come direzione di massima pendenza (verso il basso) sugli otto lati dei triangoli formati dai centri delle celle di una matrice 3 x 3 centrata sul pixel di interesse. In figura, inoltre, è riportato il modo con cui si distribuisce il flusso tra i due pixel interessati dal vettore di massima pendenza: questo si divide in due parti proporzionali all'angolo direzionale del flusso.



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	13 di 39	

RELAZIONE IDROLOGICA



<u>Calcolo delle aree cumulate di drenaggio</u>: in base al metodo utilizzato per l'individuazione delle direzioni di drenaggio, si vanno a calcolare le aree cumulate di drenaggio.

Per l'approccio a 8 direzioni di drenaggio, l'area cumulata di drenaggio è espressa in termini di numero di pixel: questa è assunta pari al contributo del pixel di interesse (1 unità) più il contributo dei pixel a monte che drenano su esso.

Per l'approccio a infinite direzioni di drenaggio, la procedura rimane sostanzialmente la stessa: questa volta però non si tiene conto di tutta l'area dei pixel a monte che drenano su quello di interesse, ma solo della frazione stabilita dalle relazioni di proporzionalità del flusso precedentemente viste.

<u>Calcolo dell'ordine di Strahler della rete e lunghezza dei percorsi del flusso</u>: la matrice ottenuta dall'applicazione del criterio delle 8 direzioni di drenaggio definisce una rete idraulica. Questa funzione ordina tale rete secondo la convenzione di Strahler. Ai pixel sorgente (ai quali non giunge nessun drenaggio da altri pixel) si assegna ordine 1. Quando due o più percorsi di ordine differente si congiungono, l'ordine del pixel a valle è il massimo dei pixel precedenti. Quando invece si congiungono due percorsi con lo stesso ordine, l'ordine del pixel a valle va incrementato di 1.

<u>Selezione della sezione di chiusura (outlet)</u>: la scelta della sezione di chiusura si effettua mediante la selezione di un pixel, che si ritiene appartenere alla rete dei canali, prossimo alla posizione dell'outlet desiderato.

Estrazione della rete a monte della sezione di chiusura: scelta la sezione di chiusura, l'operazione più importante è l'estrazione della rete: stabilire cioè se un certo pixel sia canalizzato oppure no. Ai pixel canale sarà assegnato l'indice 1, ai pixel non considerati canali l'indice 0. Condizione necessaria ma non sufficiente affinché un pixel sia canalizzato è che sia concavo o, in altri termini, la sua curvatura topografica sia positiva.

$$\nabla^2 z = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} > 0$$

Per effettuare questa analisi, sono a disposizione tre metodi.



ITINERARIO NAPOLI-BARI	
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENT	0

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
TELAZIONE IDITOLOGICA	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	14 di 39

Il più semplice si ottiene fissando una soglia sull'area cumulata di drenaggio. La taratura consisterà nella scelta del parametro di confronto per l'area cumulata. I pixel canale devono dunque soddisfare i seguenti requisiti:

$$\begin{cases} \nabla^2 z > 0 \\ A_{c,i} > \overline{A} \end{cases}$$

Particolarmente indicato per i bacini di montagna, è il criterio che fissa una <u>soglia sul prodotto area cumulata</u>– <u>pendenza</u>. Tale prodotto, infatti, è proporzionale all'attrito di fondo τ_0 . Le condizioni che devono soddisfare i pixel per essere ritenuti canalizzati sono:

$$\begin{cases} \nabla^2 z > 0 \\ \sqrt{A_{c,i}} \cdot S_i \ge \overline{A} \end{cases}$$

Più articolato è il criterio che fissa una soglia <u>sull'area cumulata delle celle concave drenate</u>. Come primo passo il programma compie un'operazione di smoothing (smorza le asperità), in base a diversi pesi assegnati al centro, ai lati e alle diagonali. Contrassegnate tutte le celle della mappa, in un'unica analisi esamina ogni quadrante di 4 celle e rimuove il contrassegno dalla cella più alta. Le celle che rimangono contrassegnate si ritengono concave: visivamente assomigliano ad una rete di canali, nonostante qualche volta non sia garantita la connessione o necessitino assottigliamenti. Il completamento delle connessioni e gli assottigliamenti sono portati a termine calcolando l'area afferente ad una determinata cella, enumerando in questo conteggio solo le celle concave drenate. La soglia da imporre nella taratura, per ottenere la rete di canali, è appunto sul numero di queste celle concave (upwards curved) drenate.

$$\begin{cases} \nabla^2 z > 0 \\ A_i^{UC} \ge \overline{A} \end{cases}$$



3.2 L'INDIVIDUAZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI LUNGO LA TRATTA FERROVIARIA

Lungo la linea ferroviaria Cancello - Frasso Telesino sono stati individuati 13 attraversamenti di corsi d'acqua. Le aste principali, i bacini e la posizione degli attraversamenti dei corsi d'acqua interferenti con la linea ferroviaria Cancello - Frasso Telesino sono visibili in Figura 8.

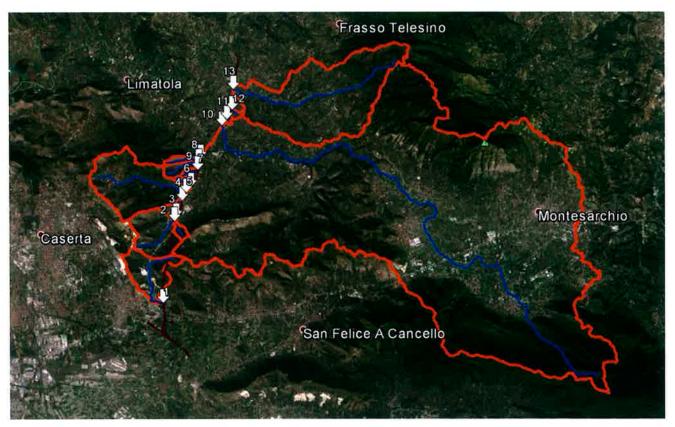


Figura 8: Aste principali, bacini e attraversamenti dei corsi d'acqua interferenti con la linea ferroviaria Cancello - Frasso Telesino.

Le estensioni dei bacini dei corsi d'acqua interferenti con la linea ferroviaria Cancello - Frasso Telesino sono riportate nella Tabella 2.



LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	16 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

D	G 11	Progr.	S	n	Come diagram	Progr.	S
Progr.	Corso d'acqua	[km]	[km ²]	Progr.	Corso d'acqua	[km]	[km ²]
1	Fosso Carmignano	2+800	0.11	8	Valle Boschina	10+432	0.88
2	Fosso	7+100	0.51	9	Valle Pietra Rossa	10+675	0.37
3	Vallone Votta	7+320	4.57	10	Torrente Isclero	12+750	194.44
4	Fosso	8+255	0.04	11	Fosso	13+160	0.09
5	Rio Secco	8+730	10.13	12	Fosso	13+733	0.19
6	Fosso	9+100	0.26	13	Torrente San Giorgio	14+825	24.18
7	Fosso	10+064	0.39				

Tabella 2: Bacini e attraversamenti dei corsi d'acqua interferenti con la linea ferroviaria Cancello - Frasso Telesino.

STUDIO IDROLOGICO

Nell'ambito del presente progetto è stato sviluppato uno studio idrologico per individuare le portate di progetto per ogni corso d'acqua interferente con la linea ferroviaria di progetto e per ricavare le caratteristiche idrologiche dell'area di studio. Di seguito sono riportati i risultati della metodologia VAPI per la Regione Campania e dell'analisi idrologica dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale nella propria area di competenza. I dati ottenuti sono stati utilizzati per definire le portate e le variabili idrologiche ricercate.

4.1 LA METODOLOGIA VAPI

Il Progetto VAPI sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, ha come obiettivo predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali.

Scopo di tale Rapporto è quello di fornire uno strumento ed una guida ai ricercatori ed ai tecnici operanti sul territorio, per comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e per effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino idrografico non regolato.

Il rapporto nazionale presenta, in maniera sintetica, i risultati ottenuti in diverse aree del territorio nazionale, per ognuna delle quali viene mostrato (attraverso una sintesi dei 'Rapporti Regionali') come utilizzare l'intera procedura sviluppata. Il risultato complessivo sembra indicare che l'uso del presente Rapporto permette di ottenere stime delle portate di piena di assegnata frequenza sufficientemente attendibili per scopi di progettazione e pianificazione del territorio.

Il modello sviluppato si basa sull'ipotesi di doppia componente dei valori estremi T.C.E.V. (Two Components Extreme Value) che è stato testato su quasi tutto il territorio nazionale, per il quale sono stati anche indicati i valori dei parametri della distribuzione.

L'adozione della distribuzione T.C.E.V. è fondata sull'ipotesi che agiscano due meccanismi differenti che generano eventi pluviometrici tra loro indipendenti:



RELAZIONE IDROLOGICA

ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	17 di 39

- i primi, definiti appartenenti alla componente ordinaria o di base, risultano più frequenti ma con valori delle altezze di pioggia mediamente meno elevati.
- i secondi, appartenenti alla componente straordinaria, risultano meno frequenti ma con valori delle altezze di pioggia mediamente più elevati.

Si riportano nel seguito gli aspetti applicativi da seguire per determinare la legge di crescita.

Indicati con:

- $\mathbf{k}_t = \mathbf{h}_t/\mathbf{\mu}_t$ la variabile standardizzata, definita come rapporto tra il massimo annuale dell'altezza di pioggia \mathbf{h}_t , di durata t, e il suo valore medio $\mathbf{\mu}_t$;
- T il periodo di ritorno espresso in anni;
- **K**_T il valore assunto dalla variabile standardizzata kt per assegnato periodo di ritorno T, indicato come fattore di crescita;

la funzione di distribuzione di probabilità cumulata F{KT} del modello T.C.E.V. risulta:

$$T = \frac{1}{1 - F\{K_T\}} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 \cdot e^{-\eta K_T} - \Lambda_* \cdot \Lambda_1^{1/\vartheta^*} \cdot e^{-\eta K_T/\vartheta^*})} Eq. 3-1$$

in cui Λ_1 , η , $\Lambda_* = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1^{1/\vartheta^*}}$ e $\vartheta_* = \vartheta_2/\vartheta_1$ sono i parametri della distribuzione aventi il seguente significato fisico:

Λ₁ e Λ₂ rappresentano il numero medio annuo di eventi pluviometrici indipendenti appartenenti, rispettivamente, alla componente base ed alla componente straordinaria:
 9₁ e 9₂ rappresentano il valore medio dell'altezza di pioggia di durata t, rispettivamente, per la componente base e per la componente straordinaria; dipende dai parametri precedentemente indicati.

In tale ottica, i parametri $\Lambda_{\bullet} = \frac{\Lambda_{2}}{\Lambda_{1}^{1/g^{\bullet}}}$ e $9 = 9_{2}/9_{1}$, sono parametri adimensionali dipendenti solo dai coefficienti di asimmetria e, pertanto, stimabili solo sulla base di indagini regionali ad amplissima scala (*Analisi Regionale di I*° livello).



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA IFOF LOTTO CODIFICA

01 D 11 RI

DOCUMENTO ID 00 01 001 REV. FOGLIO B 18 di 39

4.2 VAPI: CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA VALIDE PER LA REGIONE

CAMPANIA

Per la valutazione dei parametri Λ^* e θ^* , il metodo di regionalizzazione proposto dal programma VAPI (Valutazione delle Piene in Campania) considera tre livelli individuando:

- al primo livello, regioni omogenee rispetto ai parametri Λ^* e θ^* ;
- al secondo livello, zone omogenee anche rispetto al parametro Λ_1 ;
- al terzo livello, sottozone omogenee rispetto alla dipendenza della media μt da alcuni fattori locali (quota, distanza dal mare, orientamento dei versanti, ecc.).

I parametri ottenuti per l'intera Regione Campania sono riportati nella tabella seguente:

9•	۸۰	Λ ₁	η
2,136	0,224	41	4,688

Tabella 3: Parametri del modello TCEV per l'intera Regione Campania.

Nella tabella seguente si riportano i corrispondenti valori del fattore di crescita K_T, in funzione del periodo di ritorno T, per i valori dei parametri sopra riportati:

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K _T	0,93	1,22	1,43	1,65	1,73	1,90	1,98	2,26	2,55	2,95	3,26

Tabella 4: Valori del fattore KT per la Regione Campania.

Le leggi di probabilità pluviometriche definiscono come varia la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia su una fissata durata d, m[I(d)], con la durata stessa. Tali leggi devono essere strettamente monotone, in quanto mediamente l'intensità di pioggia media per una durata superiore deve essere necessariamente minore di quella per una durata inferiore. Inoltre, per una durata molto piccola devono raggiungere un valore finito, rappresentante al limite per d che tende a zero, la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia istantanea. Per la Campania è stata adottata una espressione del tipo:

$$m[I(d)] = m(I_O) / \left(1 + \frac{d}{d_C}\right)^{\beta}$$

in cui d e dc vanno espressi in ore, m[Io] e m[I(d)] in mm/ora e β vale:

$$\beta = C - D * Z$$

Con Z pari all'altitudine.



LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA
IFOF

CODIFICA D 11 RI

DOCUMENTO ID 00 01 001

REV. FOGLIO 19 di 39 В

RELAZIONE IDROLOGICA

LOTTO 01

La tratta ferroviaria si colloca tra le sottozone "A1" e "A6" come appare evidente dall'analisi della Figura 5.

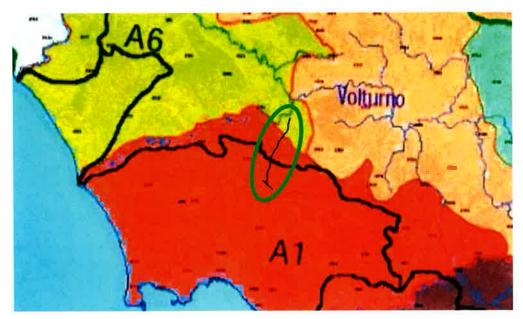


Figura 9: Tracciato ferroviario e suddivisione in sottozone pluviometriche – Progetto VAPI

Invece i bacini dei corsi d'acqua interferenti con la tratta ferroviaria si collocano tra le sottozone "A1", "A3" e "A6" come appare evidente dall'analisi della Figura 6.

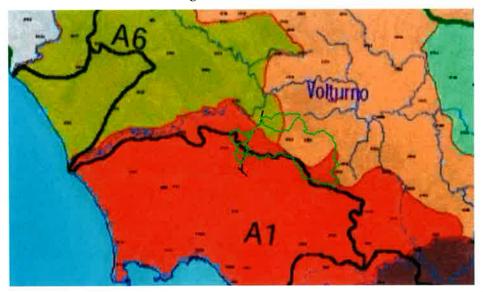


Figura 10: Bacini dei corsi d'acqua e suddivisione in sottozone pluviometriche - Progetto VAPI



1º LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEI COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	20 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

IFOF 01 D 11 RI

La stima dei parametri per la legge di pioggia possono essere agevolmente individuati nella tabella seguente.

Area	n.	μ(h _O)	d _c	С	D * 10 ⁵	ρ^2
omogenea	staz.	(mm/ora)	(ore)			
1	21	77.08	0.3661	0.7995	8.6077	0.9994
2	18	83.75	0.3312	0.7031	7.7381	0.9991
3	11	116.7	0.0976	0.7360	8.7300	0.9980
4	7	78.61	0.3846	0.8100	24.874	0.9930
5	12	231.8	0.0508	0.8351	10.800	0.9993
6	28	87.87	0.2205	0.7265	8.8476	0.9969
7	11	83.75	0.3312	0.7031	7.7381	0.9989

Tabella 5: Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea

4.3 VAPI: PORTATE ISTANTANEE AL COLMO DI PIENA

Similmente a quanto visto per le piogge, il progetto VAPI ha sviluppato un'analisi statistica anche per le portate dei corsi d'acqua.

Al primo livello di regionalizzazione, Fiorentino et al. [1987] hanno mostrato che l'Italia Appenninica, inclusa la Sicilia ed esclusa parte della Liguria, può essere considerata una zona omogenea. Utilizzando una procedura di stima di Massima Verosimiglianza (MV), sono state utilizzate 28 serie di piena annuale (SPA) aventi n ≥ 35 anni, per un totale di 1091 anni-stazione, ottenendo, per l'intero compartimento di Napoli i seguenti valori:

Portate	$\theta * = 2.634$	$\Lambda * = 0.350$	$\Lambda_1 = 13$	$\eta = 3.901$

Tabella 6: Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle portate in Campania

Di seguito si riportano i valori di K_T ottenuti con i parametri precedenti per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K _T (portate)	0.87	1.29	1.63	2.03	2.17	2.47	2.61	3.07	3.53	4.15	4.52

Tabella 7: valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le portate in Campania, per alcuni valori del periodo di ritorno T



ITINERARIO NAPOL	I-BARI
RADDOPPIO TRATTA	A CANCELLO-BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA	
----------------------	--

						•
FOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	21 di 39	
MESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	

Quando nella sezione terminale del bacino in studio esiste una stazione di misura idrometrica, la stima della piena media annua può essere effettuata direttamente sulla serie osservata dei massimi annuali al colmo di piena, essendo tale stima piuttosto affidabile non appena la serie osservata sia di lunghezza appena sufficiente (4-5 anni)

COM

Nel caso più frequente in cui tali dati dovessero mancare del tutto, possono essere utilizzati diversi modelli per la stima indiretta della piena media annua; nel seguito ne vengono riportati i principali risultati applicativi.

Regressione empirica: Diverse formulazioni di tipo regressivo fra la piena media annua e le principali grandezze fisiche del bacino possono essere considerate; in particolare, per le sue prestazioni statistiche, valutate attraverso una tecnica di cross-validation, si propone qui la seguente relazione:

$$\mu(Q) = a A_{rid}^b$$

in cui con A_{rid} si intende l'area del bacino ridotta delle sue parti carbonatiche con copertura boschiva, espressa in km², mentre $\mu(Q)$ è in m3/s, ed i parametri valgono

$$a = 3.2160$$

$$b = 0.7154$$

Modelli concettuali: L'area interessata è stata suddivisa in tre tipologie idrogeomorfologiche:

- Al la superficie carbonatica del bacino non coperta da bosco
- A2 la superficie non carbonatica del bacino;
- A3 la superficie carbonatica del bacino con copertura boschiva

in ognuna delle quali vengono considerate costanti alcune delle grandezze utilizzate per l'analisi regionale della piene media annua utilizzando due diversi modelli concettuali, i cui risultati sono nel seguito sintetizzati:

1) Formula razionale: Il modello razionale ha caratteristiche previsionali non molto inferiori a quelle di un modello concettuale più completo, che si espone in seguito, ma risulta di uso piuttosto agevole. In sintesi, tale modello si riassume nella seguente espressione:

$$\mu(Q) = C * K_A(t_r) \mu[I(t_r)] A / 3.6$$

in cui i parametri del modello, cioè il coefficiente di piena C* ed il tempo di ritardo del bacino, tr, possono essere valutati in base alle seguenti espressioni:

$$C^* = C_1^* \frac{A_1}{A} + C_2^* \frac{A_2}{A}$$



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEI COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA

IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	22 di 39	
OMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	

$$t_{\mathbf{I}} = \frac{C_{1}^{*} A_{1}}{C_{1}^{*} A_{1}} \frac{1.25 \sqrt{A_{1}}}{3.6 c_{1}} + \frac{C_{2}^{*} A_{2}}{C_{1}^{*} A_{2}} \frac{1.25 \sqrt{A_{2}}}{3.6 c_{2}}$$

con:

$$C*_1 = 0.29$$

 $C*_2 = 0.36$
 $c_1 = 0.23$ m/s
 $c_2 = 1.87$ m/s

in cui le aree sono in km², t_r in ore, $\mu[I(tr)]$ in mm/ora ed $\mu(Q)$ in m³/s.

2) Modello geomorfoclimatico: Il modello geomorfoclimatico è il modello i cui parametri possiedono maggiore significato fisico; purtroppo, la sua applicazione è anche quella che richiede il maggiore impegno elaborativo.

In sintesi, tale modello conduce alla seguente espressione:

$$\mu(Q) = C_f S(d^*) K_A(d^*) \mu[I(d^*)] A$$

in cui d^* è la durata critica delle precipitazioni sul bacino che dipende in maniera complessa sia dalle caratteristiche geomorfologiche della risposta del bacino, sia dalle caratteristiche climatiche delle precipitazioni intense sul bacino stesso: in particolare, dipende dal **tempo di ritardo** del bacino, t_r ; C_f è il **coefficiente di afflusso di piena** del bacino, che tiene conto delle trasformazione della pioggia totale precipitata sul bacino nell'aliquota netta efficace ai fini dei deflussi superficiali di piena: le perdite sono essenzialmente dovute all'infiltrazione e all'intercettazione da parte dell'apparato fogliare. Infine, $S(d^*)$ è il **coefficiente di attenuazione** della portata al colmo di piena, che tiene conto delle attenuazioni indotte sul picco di piena dalla propagazione e laminazione dell'onda all'interno del reticolo dei canali.

In prima approssimazione, la precedente può anche essere riscritta come:

$$\mu(Q) = C_f q K_A(t_r) \mu[I(t_r)] A / 3.6$$

in cui q è il **coefficiente di attenuazione corretto del colmo di piena** e dipende in maniera complessa da tutti i parametri in gioco nel modello, ma che può essere valutato, in prima approssimazione, come:



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA D 11 RI DOCUMENTO ID 00 01 001 REV. FOGLIO B 23 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

0.60 se
$$0.25 \le n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r/d_c}{1 + t_r/d_c} \le 0.45$$

q =

$$0.65$$
 se $0.45 \le n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r/d_c}{1 + t_r/d_c} \le 0.65$

in cui β e d_c sono i parametri della legge di probabilità pluviometrica per l'area omogenea considerata, mentre k_1 è un coefficiente numerico pari a:

$$k_1 = 1.44 \cdot 10^{-4}$$

se le aree sono in km², le durate in ore e le intensità di pioggia in mm/ora.

L'equazione precedente consente il calcolo della piena media annua, noti i valori dei parametri della legge di probabilità pluviometrica sul bacino, l'area del bacino ed i valori dei parametri della risposta del bacino, che sono il coefficiente di afflusso C_f ed il tempo di ritardo t_r del bacino, valutabili attraverso le seguenti espressioni:

$$C_{f} = C_{f1} \frac{A_{1}}{A} + C_{f2} \frac{A_{2}}{A}$$

$$t_{f} = \frac{C_{f1} A_{1}}{C_{f} A} \frac{1.25 \sqrt{A_{1}}}{3.6 c_{1}} + \frac{C_{f2} A_{2}}{C_{f} A} \frac{1.25 \sqrt{A_{2}}}{3.6 c_{2}}$$

in cui:

$$C_{fl} = 0.42$$

$$C_{12} = 0.56$$

$$c_1 = 0.23 \text{ m/s}$$

$$c_2 = 1.87 \text{ m/s}$$



RELAZIONE IDROLOGICA

ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEI

COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	24 di 39

4.4 RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA DELL'ADB CAMPANIA CENTRALE

Con riferimento al territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Nord della Campania si sono sostanzialmente confermate le modellazioni idrologiche definite in sede di redazione del PSAI 2002, opportunamente modificate con gli aggiornamenti del PSAI del 2010.

Per detto territorio è stata eseguita una nuova modellazione delle curve di probabilità pluviometriche partendo dalle risultanze del progetto VAPI Campania ed individuando tre aree omogenee definite come: litoranea, pedemontana ed entroterra.

Similmente, per il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino del fiume Sarno, si è ripresa la relazione idrologica dei PSAI 2002 che ha particolarizzato il progetto VAPI Campania individuando una nuova sottozona pluviometrica definita "2 intermedia".

Nella relazione idrologica allegata al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'AdB Campania Centrale è descritta la metodologia utilizzata per addivenire ad una legge di pioggia univoca sull'intero territorio di competenza dell'Autorità di Bacino.

La metodologia utilizzata fa riferimento a quella proposta su scala nazionale dal progetto VAPI del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), i cui risultati per la Campania sono stati esposti nei precedenti capitoli.

I risultati di seguito vengono utilizzati per le analisi idrologiche del tratto ferroviario e dei bacini dei corsi d'acqua interferenti che ricadono nel territorio di competenza dell'AdB (Figura 11).

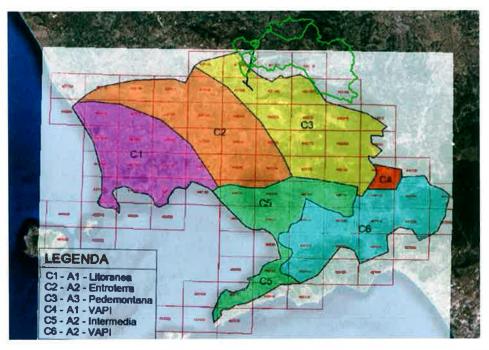


Figura 11: Tracciato ferroviario e suddivisione in sottozone pluviometriche del territorio di competenza dell'AdB Campania Centrale



Dunque la parte della tratta Cancello - Frasso Telesino sino alla pk 2+774 e il bacino del Fosso Carmignano ricadono nell'area pluviometrica omogenea C3 dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale. Le caratteristiche idrologiche della restante parte del tracciato vengono invece desunte dal VAPI Campania.

4.5 CURVE PLUVIOMETRICHE RELATIVE ALLA ZONA C3

Di seguito la legge di probabilità pluviometrica per l'intero territorio dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale.

$$I_d(d,T,z) = \frac{I_o}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C - D \cdot z}} \cdot K_T$$

Area omogenea	M(I ₀)	d _c	С	D 10 ⁵
C1	68.81	0.2842	0.7580	-14.5
C2	123.96	0.0956	0.7310	-14.4
C3	86.07	0.1980	0.7580	-2.4
C4	77.10	0.3661	0.7995	3.6077
C5	85.00	0.3034	0.7621	9.6554
C6	83.80	0.3312	0.7031	7.7381

Tabella 8: Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea

T:	10	20	50	100	200	300
K_T :	1.63	2.03	2.61	3.07	3.55	3.82

Tabella 9: valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le portate in Campania Centrale, per alcuni valori del periodo di ritorno T



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEI COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	26 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

4.6 CURVE DI POSSIBILITÀ' PLUVIOMETRICA

In base ai dati di precipitazione delle zone omogenee, "A1" e "A6" (derivate dal VAPI Campania) e "C3" (derivata dall'AdB Campania Centrale) si è calcolata la curva di probabilità pluviometrica per tempi di pioggia inferiori l'ora per l'analisi del drenaggio di piattaforma stradale e ferroviario.

Il legame funzionale tra l'altezza h_t della precipitazione e la sua durata t per un determinato tempo di ritorno (Tr) è espressa mediante una equazione del tipo:

$$h_{t,Tr} = a t^{n}$$

dove:

a = altezza di precipitazione oraria in mm.

t = tempo di pioggia in ore

Nelle seguenti tabelle si mostrano i dati di precipitazione ricavati dalle curve di intensità pluviometrica delle zone omogenee, "A1" e "A6" (derivate dal VAPI Campania) e "C3" (derivata dall'AdB Campania Centrale) e quelli ottenuti dall'equazione di progetto. Si specifica che le curve di intensità pluviometrica sono relative alle altitudini massime del progetto ferroviario nelle rispettive aree pluviometriche omogenee: 70 m s.m.m. per la zona omogenea C3 dell'AdB Campania Centrale, 120 m s.m.m. per la zona omogenea "A1" e 55 m s.m.m. per la zona omogenea "A6" del VAPI Campania.

Per te	mpo di ritorno d	li 25 anni	Per tem	npo di ritorno di	100 anni	
Intensità A1 VAPI Equazione d (z=120 m s.m.m.) progetto		Equazione di progetto	Intensità A1 VAPI (z=120 m s.m.m.)		Equazione di progetto	
Tempo ore	I mm/h	a T^n-1	Tempo ore	I mm/h	a T^n-1	
0.1	110.2	134.08	0.1	150.3	182.91	
0.2	94.5	98.16	0.2	129.0	145.61	
0.4	74.5	71.85	0.4	101.6	133.9	
0.5	67.6	64.99	0.5	92.2	98.02	
1.0	47.2	47.58	1.0	64.3	88.66	



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RELAZIONE IDROLOGICA	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	27 di 39

Per tempo di ritorno di 25 anni			Per ten	ıpo di ritorno di	100 anni
TV EXCE	Intensità A6 VAPI Equazio (z=55 m s.m.m.) proge			Intensità A6 VAPI (z=55 m s.m.m.)	
Tempo ore	I mm/h	a T^n-1	Tempo ore	I mm/h	a T^n-1
0.1	116.1	135.8	0.1	158.3	185.3
0.2	95.4	97.4	0.2	130.1	132.9
0.4	72.0	69.8	0.4	98.3	95.3
0.5	64.7	62.7	0.5	88.2	85.6
1.0	44.2	45.0	1.0	60.3	61.4

Per te	mpo di ritorno d	li 25 anni	Per ten	npo di ritorno di	100 anni
Intensità C3 AdB CC Equazione di (z=70 m s.m.m.) progetto			Intensità C3 AdB CC (z=70 m s.m.m.)		Equazione di progetto
Tempo ore	I mm/h	a T^n-1	Tempo ore	I mm/h	a T^n-1
0.1	134.4	159.1	0.1	193.7	228.9
0.2	107.9	110.2	0.2	155.5	158.5
0.4	79.2	76.3	0.4	114.1	109.8
0.5	70.4	67.8	0.5	101.5	97.5
1.0	46.7	47.0	1.0	67.3	67.5

Tabella 10: Curve di intensità pluviometrica delle aree pluviometriche omogenee

Nella seguente tabella si riportano le equazioni monomie di probabilità pluviometrica, espresse dall'equazione ($h(t) = a t^n$), da utilizzare ai fini della determinazione delle portate di progetto in funzione del tempo di ritorno per il drenaggio di piattaforma ferroviaria e stradale.

m 11 11		$h = a t^n$		
Tempo di ritorno		(mm)		Opere idrauliche
(anni)	A1 VAPI	A6 VAPI	C3 CC	
25	47.58 t ^{0.55}	44.98 t ^{0.52}	46.96 t ^{0.47}	Drenaggio di piattaforma stradale
100	64.90 t ^{0.55}	61.36 t ^{0.52}	67.54 t ^{0.47}	Drenaggio di piattaforma ferroviaria

Tabella 11: Curve di possibilità pluviometrica per il calcolo del drenaggio di piattaforma



ITINERARIO NAPOLI-BARI	
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO	

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	28 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO

5.1 STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO DEI BACINI MAGGIORI - IL METODO VAPI

Le portate di progetto dei corsi d'acqua maggiori (di superficie maggiore ad $1~\rm{km}^2$) sono state valutate con i 3 metodi descritti nella metodologia VAPI nel capitolo 4.3, calcolando dunque la portata indice μ (Q) con ogni metodo. Tra i valori ottenuti viene poi scelto il maggiore come valore di riferimento.

La portata indice viene moltiplicata per il relativo coefficiente di crescita K_T , onde ottere la portata di piena Q_T in funzione dei diversi tempi di ritorno:

$$Q_T = K_T \cdot \mu(Q)$$
 [mc/s]

Le aree a diversa tipologia idrogeomorfologica sono state valutate utilizzando le carte geologiche fornite dal Progetto CAR.G. (CARtografia Geologica), avviato nel 1988 dal Servizio Geologico Nazionale-ISPRA. In Figura 12 se ne riporta l'estratto che inquadra l'area di progetto.

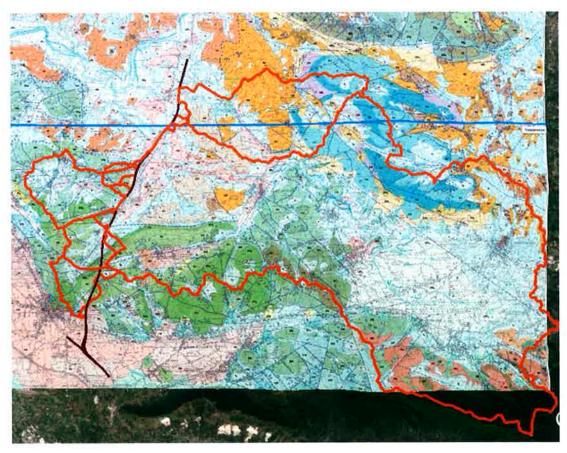


Figura 12: Carta geologica dell'area di progetto.



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	29 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per ogni metodologia

Regressione empirica

Constant	Corso d'acqua S (km²)		A2	μ (Q)
Corso d'acqua	S (KM)	[km ²]	[km ²]	[m ³ /s]
Fosso Carmignano	4.42	1.20	1.95	7.31
Vallone Votta	4.57	0.85	2.00	6.81
Rio Secco	10.13	2.21	5.00	13.22
Fiume Isclero	194.44	36.00	130.00	124.62
Torrente S. Giorgio	24.18	1.50	20.00	28.88

Tabella 12: Valori di portata ottenuti con la regressione empirica prevista dal VAPI

Metodo Concettuale - Formula razionale

Corso	S (km ²)	A1	A2	C*	tr	K _A	m(I) C3	m(I) A1	m(I) A6	μ (Q)
d'acqua	S (km)	[km ²]	[km ²]		[ore]		[mm/h]	[mm/h]	[mm/h]	[m ³ /s]
Fosso Carmignano	4.42	1.20	1.95	0.238	0.72	0.994	26.64			7.73
Vallone Votta	4.57	0.85	2.00	0.212	0.55	0.994		37.88		10.12
Rio Secco	10.13	2.21	5.00	0.241	0.90	0.987		29.62		19.83
Fiume Isclero	194.44	36.00	130.00	0.294	3.38	0.837		12.67		168.50
Torrente S. Giorgio	24.18	1.50	20.00	0.316	0.89	0.970			28.57	58.80

Tabella 13: Valori di portata ottenuti con la regressione empirica prevista dal VAPI



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	30 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

Metodo Concettuale - Modello geomorfoclimatico

Corso	S	A1	A2	Cf	tr	V	n [†]	_	m(I) C3	m(I) A1	m(I) A6	μ (Q)
d'acqua	[km ²]	[km ²]	[km ²]	CI	[ore]	K _A		q	[mm/h]	[mm/h]	[mm/h]	[m ³ /s]
Fosso Carmignano	4.42	1.20	1.95		0.72	0.994	0.484	0.65	26.64			10.05
Vallone Votta	4.57	0.85	2.00	0.324	0.55	0.994	0.536	0.65		37.88		19.69
Rio Secco	10.13	2.21	5.00	0.368	0.90	0.987	0.453	0.65		29.62		155.29
Fiume Isclero	194.44	36.00	130.00	0.452	3.38	0.837	0.328	0.6		12.67		54.67
Torrente S. Giorgio	24.18	1.50	20.00	0.489	0.89	0.970	0.446	0.6			28.57	10.05

Tabella 14: Valori di portata ottenuti con la regressione empirica prevista dal VAPI

Di seguito si riportano i massimi valori di $\mu(Q)$ e le diverse portate in funzione del tempo di ritorno.

G 11	μ(Q) MAX	Q 50	Q 100	Q 200	Q 300
Corso d'acqua	$[m^3/s]$	[m ³ /s]	$[m^3/s]$	$[m^3/s]$	$[m^3/s]$
Fosso Carmignano	11.77	20.16	23.72	27.27	29.53
Vallone Votta	10.12	26.40	31.06	35.71	38.66
Rio Secco	19.83	51.77	60.89	70.01	75.80
Fiume Isclero	168.50	439.78	517.28	594.79	643.97
Torrente S. Giorgio	58.80	153.47	180.52	207.57	224.73

Tabella 15: Portate di progetto per i bacini maggiori.

5.2 VALUTAZIONE DELLE PORTATE DEI BACINI DEL PROGETTO PRELIMINARE

I bacini già considerati nel progetto preliminare sono stati quelli del Carmignano, Vallone Votta, Rio Secco, Valle Boschina, Fiume Isclero e Fiume San Giorgio di superfice compresa tra i 1,54 Km 2 e 188,97 Km 2 s le cui portate sono state già stimate per Tr = 300 anni con il metodo del VAPI applicando tutte e tre le formule proposte dal VAPI (vedi paragrafo 4.1.4) e considerando come portata indice μ (Q) il valore massimo restituito.

Moltiplicando infine tale portata indice per il relativo coefficiente di crescita K_T , ottenuto numericamente dalla (1) per alcuni valori del tempo di ritorno e così come suggerito dal VAPI, è stata ottenuta la portata di piena Q_T in funzione dei diversi tempi di ritorno:



Iº LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO F VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEI

RELAZIONE IDROLOGICA

OMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	31 di 39	

$$Q_T = K_T \cdot \mu(Q)$$
 [mc/s]

con i seguenti i risultati:

Corso d'acqua	S (km ²)	μ(Q) (m ³ /s)	Q(Tr=50) (m ³ /s)	Q(Tr=100) (m ³ /s)	Q(Tr=200) (m ³ /s)	Q(Tr=300) (m ³ /s)	Q(Tr=500) (m ³ /s)
Fosso Carmignano	4.60	11.77	23.31	26.60	30.02	34.27	37.38
Vallone Votta	2.83	13.49	35.22	41.42	47.63	51.47	56.00
Rio Secco	8.31	31.45	82.08	96.55	111.02	119.97	130.52
Valle Boschina	1.54	8.13	21.23	24.97	28.72	31.03	33.76
Fiume Isclero	188.97	233.87	610.40	717.98	825.56	892.11	970.56
Torrente S. Giorgio	23.33	63.93	166.85	196.26	225.67	243.86	265.30

Tabella 16: Portate di progetto valutate nel Progetto Preliminare

STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO DEI BACINI MINORI - METODO RAZIONALE 5.3

La stima delle portate di progetto dei bacini minori (di superficie inferiore ad 1 km²) è stata sviluppata con il metodo razionale. Questo metodo permette il calcolo della portata conseguente ad un'assegnata precipitazione: in particolare si assume come valido il concetto di isofrequenza tra l'evento meteorico e il colmo di piena derivato; generalmente utilizzato per bacini di limitata estensione, è stato applicato anche a casi di notevoli comprensori di bonifica.

Il metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

- 1. la formazione della piena si basa unicamente su un fenomeno di trasferimento di massa liquida;
- 2. ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui è caduta;
- 3. la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna di esse è indipendente dalle altre;
- 4. la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura;
- 5. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento.

Dalle ipotesi (1) e (2), sopra formulate, il tempo impiegato da ciascuna goccia di pioggia per raggiungere la sezione di chiusura del bacino, definito come tempo di corrivazione puntuale, risulta essere necessariamente univoco per ogni punto del bacino stesso; il tempo di corrivazione massimo viene a coincidere con il tempo di corrivazione del bacino.



Nella Figura 13 è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione). Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assuma la forma triangolare.

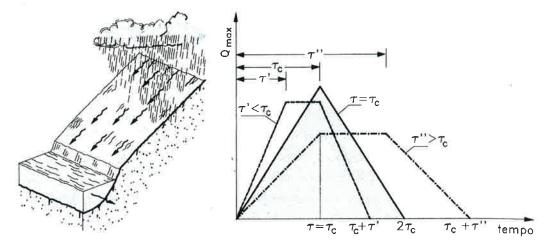


Figura 13 – Metodo cinematico: schema del bacino e idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.

La definizione della portata di piena avviene tramite la formula:

$$Q = \frac{1000}{3600} \cdot \phi \cdot A \cdot i(\tau, T)$$

dove

- ϕ = coefficiente adimensionale di deflusso (o di riduzione);
- $A = \text{superficie del bacino } [\text{km}^2];$
- $i(\tau, T)$ = intensità di pioggia netta di durata e tempo di ritorno prefissati [mm];
- τ = tempo di corrivazione del bacino [ore].

Utilizzando, per il calcolo dell'altezza di pioggia, un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione, si ottengono le portate maggiormente critiche in quanto sono tali da mettere tutto il bacino in condizione di contribuire al deflusso attraverso la sezione considerata ed allo stesso tempo sono quelle più intense in quanto di ridotta durata.

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Per determinare il tempo di corrivazione dei bacini è stata assunta la **formula di Kirpich** che valuta il tempo di corrivazione in base al rapporto tra la lunghezza dell'asta principale (dalla sezione di chiusura al punto più elevato) e la sua pendenza media.



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEI COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	33 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

Tale metodo ben si adatta a bacini di modesta estensione (qualche chilometro quadrato) e, come nei bacini in esame, con pendenze elevate del corso d'acqua.

$$T_c = 0.0195 \cdot k \cdot \left(\frac{L}{\sqrt{i}}\right)^{0.77}$$

dove:

- Tc = tempo di corrivazione in minuti;
- L = lunghezza dell'asta principale del bacino (m);
- k = coefficiente di riduzione legato all'uso del suolo (1.0 per suolo nudo, 2.0 per suolo inerbito);
- i = pendenza media dell'asta (m/m) data da H/L dove H è il dislivello tra la quota più alta del bacino e quella della sezione di chiusura considerata.

La valutazione del coefficiente di deflusso per ciascuno dei bacini interessati dal tracciato è stato compiuto valutando per ciascun bacino la percentuale di superficie a differente destinazione: boschiva, agricola e urbana e attribuendo a ciascuna di tali superfici un differente coefficiente di deflusso rispettivamente 0,4 per le prime due e 0,9 per la terza. In tal modo è stato possibile ricavare il coefficiente di deflusso C dell'intero bacino come media ponderale dei diversi sottobacini.

La seguente tabella riporta le portate calcolate con il metodo razionale e assunte per le verifiche idrauliche delle opere di attraversamento ferroviario dei corsi d'acqua minori.

	Zona	Pr.	Area	L	P	k	tc	C	I	μ (Q)	Q(Tr=200)
Corso d'acqua	pluvio omogenea	[km]	[km ²]	[km]	[%]		[h]		[mm/h]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Fosso	C 1	7+100	0.51	1.30	25%	2	0.28	0.35	49.86	2.46	8.70
Fosso		8+255	0.04	0.25	24%	1.5	0.06	0.65	68.49	0.47	1.66
Fosso		9+108	0.26	0.80	31%	2	0.17	0.40	56.84	1.61	5.69
Fosso		10+064	0.39	0.75	33%	2	0.16	0.40	57.75	2.47	8.73
Valle Boschina		10+432	0.88	1.77	18%	2	0.40	0.50	43.56	5.31	18.74
T. Capitone		10+675	0.37	1.59	21%	2	0.34	0.40	46.01	1.90	6.69
Fosso	- C6	13+160	0.09	0.32	3%	2	0.22	0.40	52.96	0.52	1.82
Fosso		13+770	0.19	0.75	7%	2	0.29	0.25	47.99	0.63	2.24

Tabella 17: Portate di progetto per i bacini minori.



6 ANALISI DI DETTAGLIO DEL FOSSO CARMIGNANO

Nel'ambito del presente progetto è stato svolto uno studio di dettaglio sul Fosso Carmignano.

L'attraversamento ferroviario sul Fosso Carmignano si colloca nel comune di Maddaloni, al margine occidentale del centro abitato. In Figura 14 si riporta il reticolo idrografico definito dall'autorità di Bacino della Campania Centrale e la posizione dell'attraversamento ferroviario.

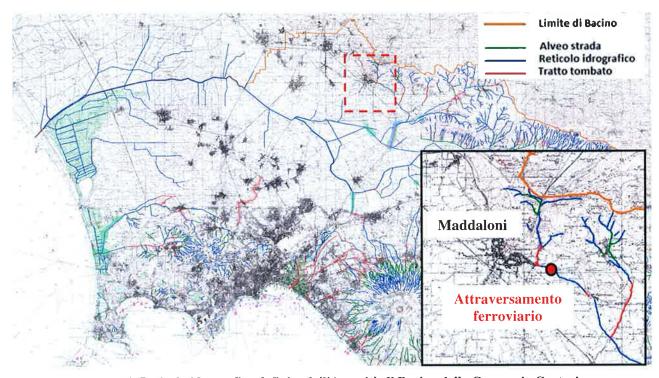


Figura 14: Reticolo idrografico definito dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale.

In Figura 15 si riporta un dettaglio del tratto del canale principale del Fosso Carmignano in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario in progetto. Dall'analisi del reticolo idrografico tracciato dall'AdB emerge che il canale principale del Fosso Carmignano risulta parzialmente tombato: a partire dall'attraversamento della Strada Statale SS265 il corso d'acqua attraversa l'abitato di Maddaloni con un tombino lungo circa 1200 m. L'attraversamento ferroviario si viene a posizionare circa 200 m a valle dello sbocco del tombino. Circa 1100 m a valle dell'attraversamento ferroviario è presente l'attraversamento di via Rapillo.

Si evidenzia come l'imbocco del tratto tombato è stato segnalato dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale come un'area a rischio elevato R3 e R4.



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 BI	ID 00 01 001	В	35 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

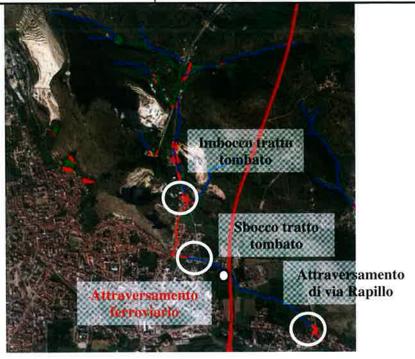


Figura 15: tratto del Fosso Carmignano in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario.

6.1 IL BACINO DEL FOSSO CARMIGNANO

Il Fosso Carmignano fa parte del bacino idrografico dei Regi Lagni. In Figura 16 è visibile il bacino idrografico dei Regi Lagni con evidenziati i bacini dei lagni di monte considerati dal PAI (fonte: Progetto Pilota Regi Lagni, Piano Stralcio per la Tutela del Suolo e delle Risorse Idriche, AdB Nord Occidentale della Campania), nella figura di seguito è stato evidenziato il bacino del Fosso Carmignano con sezione di chiusura in corrispondenza della ferrovia in Progetto.



RELAZIONE IDROLOGICA

ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	36 di 39

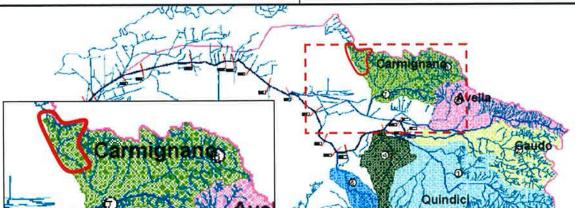


Figura 16: Il bacino idrografico dei Regi Lagni con evidenziati i bacini dei lagni di monte considerati dal PAI (fonte: Progetto Pilota Regi Lagni, Piano Stralcio per la Tutela del Suolo e delle Risorse Idriche, AdB Nord Occidentale della Campania).

Somma

Il bacino del Fosso Carmignano chiuso alla sezione dell'attraversamento ferroviario è stato ricavato dall'analisi della carta tecnica regionale dell'area (Scala 1:5000). Un'immagine del bacino è riportata in Figura 17.



Figura 17: Bacino idrografico del Fosso Carmignano chiuso all'attraversamento ferroviario.



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	37 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

6.2 IL PROGETTO DELL'ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO

Nell'ambito del progetto definitivo del raddoppio della linea ferroviaria Cancello-Frasso Telesino è stato eseguito un rilievo topografico del Fosso Carignano dal quale è emerso che il tombino del Fosso Carmignano, almeno nella sua parte terminale, è costituito da un DN1000 in calcestruzzo, interrato per almeno la metà della sua apertura (Figura 18).



Figura 18: Foto del tombino sul Fosso Carmignano al suo sbocco 200 m a monte dell'attraversamento ferroviario.

E' dunque risultato evidente che il tratto tombato del Fosso Carmignano non è in grado di trasportare a valle la portata idrologica (sia quella ricavata nel Progetto Definitivo che quella stimata nel Progetto Preliminare) riportata in Tabella 15.

Mediante lo studio della carta tecnica regionale e del DTM della zona, si è inoltre verificato che le pendenze del terreno e le infrastrutture stradali sono dirette verso sud, dunque portano ad escludere l'eventuale recapito dell'afflusso idrologico di monte nel tratto del Fosso Carmignano oggetto di studio.



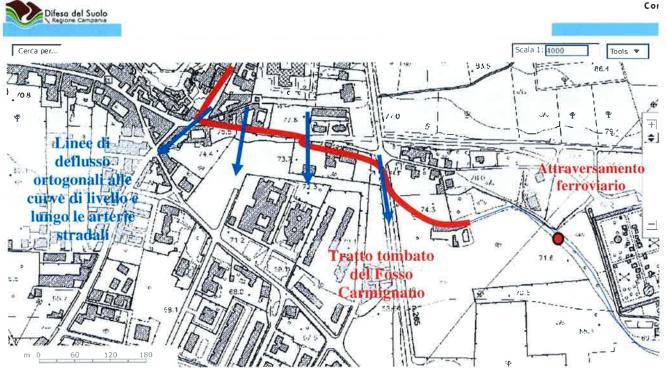


Figura 19: CTR 1:5000 del tratto in analisi del Fosso Carmignano.

Onde ottenere un valore di portata per il dimensionamento delle opere di attraversamento ferroviario, si è deciso di svolgere un altro tipo di analisi. Da una parte si è stimata la massima portata che può defluire all'interno del DN1000 nelle condizioni attuali (cioè di parziale interrimento). e, in seconda analisi, nel caso si operi una pulizia dell'opera. Questa portata va sommata alla portata idrologica del bacino afferente al tratto del Fosso Carmignano compreso tra lo sbocco del tombino e l'attraversamento ferroviario.

Il calcolo idraulico del trombino DN1000 nelle due diverse configurazioni è stato svolto mediante l'utilizzo del software HY-8 della Federal Highway Administration, programma che consente di valutare le condizioni di deflusso all'interno di tombini idraulici con diverse condizioni al contorno (ad es. imbocco e sbocco sommersi o meno). Il calcolo è stato svolto ipotizzando un coefficiente di scabrezza del calcestruzzo pari a 66 m^{1/3}/s e impostando le condizioni geometriche dell'opera con i dati ottenuti dal rilievo 3D dell'area circostante la ferrovia (lunghezza del tombino, quota di imbocco e sbocco, sezione del Fosso Carmignano a valle dello sbocco del tombino).

Dall'analisi è emerso che la massima portata che può transitare all'interno del tombino nelle condizioni attuali è pari a **800 l/s**. D'altra parte, se la sezione utile del tombino fosse ripristinata, l'opera sarebbe in grado di trasportare una portata pari a **3 mc/s**.

Come detto, si intende sommare a questi valori la portata idrologica del bacino afferente al tratto del Fosso Carmignano compreso tra lo sbocco del tombino e l'attraversamento ferroviario. Il bacino è stato ricavato dall'analisi della carta tecnica regionale integrata con un rilievo celerimetrico condotto in fase di progettazione



I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 01 001	В	39 di 39

RELAZIONE IDROLOGICA

definitiva su una fascia di territorio di ampiezza pari a circa 1000 metri. Il bacino così definitivo è rappresentato nella seguente figura 6.

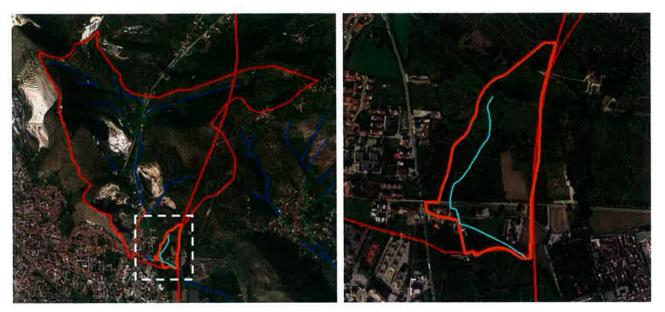


Figura 20: Bacino afferente al tratto del Fosso Carmignano compreso tra lo sbocco del tombino e l'attraversamento ferroviario.

Il bacino del Fosso Carmignano nel tratto compreso tra lo sbocco del tombino e l'attraversamento ferroviario è pari a circa 0.11 km².

L'analisi idrologica del bacino è stata svolta seguendo le indicazioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico, utilizzando l'intensità di pioggia della Sottozona Omogenea C3 dell'AdB della Campani Centrale, la formula di Kirpich per il calcolo del tempo di corrivazione e un coefficiente di deflusso pari a 0.425 (valido per il bacino individuato in quanto coperto per il 75% da una superficie boschiva, per il 20% da una superficie agricola e per il 5% da una superficie urbana). In questo modo si è ottenuto una portata idrologica pari a 2.35 mc/s per un tempo di ritorno pari a 200 anni.

La portata di progetto del manufatto di attraversamento della ferrovia è dunque pari a 3+2.35 = 5.35 mc/s.