

COMMITTENTE:



**DIREZIONE INVESTIMENTI  
PROGRAMMA NODO DI NAPOLI**

PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA  
U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA**

**PROGETTO PRELIMINARE**

COPIA CONFORME  
AGLI ATTI DEL  
REFERENTE DI PROGETTO

**ITINERARIO NAPOLI - BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO  
1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E VARIANTE  
ALLA LINEA STORICA ROMA NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI**

IDROLOGIA E IDRAULICA  
Relazione idrologica

SCALA :

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

IF32    01    R    11    RI    ID0001    001    A

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	F. Cocos <i>F. Cocos</i>	05/09	F. Cocos <i>F. Cocos</i>	05/09	F. Fusco <i>F. Fusco</i>	05/09		

ITALFERR S.p.A.  
U.O. CORPO STRADALE e GEOTECNICA  
Dott. Ing. LUIGI EVANGELISTA  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
n° A23189

File: IF32.01.R.11.RI.ID00.0.1.001.A

n. Elab.:

22

## INDICE

<b>1.PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2.QUADRO NORMATIVO</b>	<b>4</b>
<b>3.INQUADRAMENTO DELL'AREA</b>	<b>7</b>
3.1. Bacino del Regi Lagni	10
3.1.1. Morfologia e Idrografia	10
3.1.2. Principali affluenti	13
3.2. Bacino del Fiume Volturno	16
3.2.1. Morfologia e Idrografia	16
3.2.2. Principali affluenti	17
3.2.3. Regime	17
3.3. Bacino del Fiume Calore	17
3.3.1. Morfologia e Idrografia	17
3.3.2. Principali affluenti	18
3.3.3. Regime	18
3.3.4. Situazione attuale	19
3.4. Corsi d'acqua secondari	19
<b>4.STUDIO IDROLOGICO</b>	<b>21</b>
4.1. Metodo VAPI	22
4.1.1. Dati di input utilizzati - Reti di osservazione pluviometrica e idrometrica	22
4.1.2. Definizione della distribuzione TCEV	23
4.1.3. Leggi di variazione dei coefficienti di crescita con il periodo di ritorno	25
4.1.4. Stima del valor medio	28
<b>5.DETERMINAZIONE DELLE PORTATE</b>	<b>30</b>
<b>6.ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO</b>	<b>34</b>
6.1. Carte di rischio idraulico e pericolosità idraulica	34
6.2. Criteri per la regolamentazione delle fasce fluviali	35
<b>7.BIBLIOGRAFIA</b>	<b>37</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione riassume brevemente le indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idrologico – idraulico dei bacini idrografici principali, dei Regi Lagni, dei Fiumi Volturno e Calore e dei corsi d’acqua minori presenti, affluenti dei soprannominati, nell’area interessata dal progetto di raddoppio della tratta Canello – Benevento, facente parte dell’Itinerario Napoli-Bari, più precisamente il 1° Lotto funzionale, che prevede la variante della linea storica Roma-Napoli, via Cassino, nel territorio di Maddaloni (nel seguito, per brevità, definito “Shunt di Maddaloni”) ed il proseguo con la tratta Canello – Frasso Telesino.

Per la variante della L.S. Roma - Napoli sono state studiate nelle fasi progettuali precedenti varie ipotesi di tracciato. Le ultime due soluzioni scelte presentano un tratto iniziale, fino al km 4+300, in comune e si differenziano nel secondo tratto. La soluzione chiamata l’alternativa 1 prevede lo scavalco della tangenziale di Maddaloni (che subisce una variante altimetrica) e si sviluppa in affiancamento a est di questa. L’alternativa 2, abbandonata, prevedeva uno spostamento della tangenziale di Maddaloni in direzione del centro abitato e lo sviluppo della linea ferroviaria sul sedime attuale della tangenziale. La seconda soluzione è stata abbandonata e di seguito sarà presentata pertanto solo l’Alternativa 1.

Lo sviluppo complessivo del tracciato Shunt di Maddaloni risulta poco più lungo di 8.1 Km. l’Alternativa 1 presenta lungo i suoi 8+116.8 Km, 8 opere d’arte importanti, tra viadotti e ponti, per oltre più di 3 Km di sviluppo.

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 comprende in particolar modo il bacino del Regi Lagni e del Fiume Volturno. Pertanto la nostra attenzione sarà concentrata su questi corsi d’acqua ed i loro affluenti.

Nell’ambito del presente studio, sia la caratterizzazione idrologica della zona interessata dagli interventi del presente Progetto Preliminare, per la tratta Shunt, sia l’analisi idraulica delle condizioni di deflusso nel canale Regi Lagni, sono state limitate ad una ricerca bibliografica ed alle conclusioni degli studi disponibili sull’argomento.

In seguito è stata svolta una valutazione della compatibilità idraulica dell’infrastruttura in progetto con l’assetto idraulico e con le condizioni di rischio idraulico del territorio attuali e successive alla realizzazione dell’intervento.

In particolare, si è fatto riferimento alle risultanze degli studi condotti dall’**Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania** nell’ambito del Piano di Assetto Idrogeologico, della U.O. 1.9 del CNR-GNDCI nell’ambito della “*Valutazione delle piene in Campania*” (VAPI - Rossi e Villani 1994) e dell’ENEA nell’ambito del “*Progetto Regi Lagni*”.

Per lo studio idrologico-idraulico relativo al canale Regi Lagni interessato dalle opere di attraversamento previste nel Progetto Preliminare relativo alla tratta “variante di Acerra” si rimanda alla Relazione idrologico-idraulica e di compatibilità idraulica relativa alla tratta sopra nominata.

Per quanto riguarda la tratta Canello – Frasso Telesino oltre alla documentazione emanata (indicata nella bibliografia) dall'*Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno*, come i *Piani Stralcio Difesa Alluvioni* ( Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico – Rischio Idraulico) e *Difesa Aree in frana* ( Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico - Rischio Frana), si è effettuato anche uno studio idrologico dedicato.

## 2. QUADRO NORMATIVO

Le opere infrastrutturali in progetto si sviluppano nella regione Campania interessando i bacini dei Regi Lagni e del Fiume Volturno con il suoi maggiori affluenti: i Fiumi Calore Irpino ed Isclero. Gli interventi previsti sono tesi alla velocizzazione della linea ferroviaria esistente e pertanto non modificano sostanzialmente la conformazione del territorio su cui insistono, inserendosi in un quadro di strumenti legislativi e di pianificazione territoriale come nel seguito esplicitato.

I bacini sottesi dal reticolo idrografico interferente con il tracciato in progetto, a monte della Galleria Monte Aglio, cioè prima con lo “Shunt di Maddaloni” e poi con un breve tratto all’aperto del nuovo tracciato Canello-Frasso Telesino, competono all’*Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania*. I bacini idrografici a valle della Galleria Monte Aglio competono invece all’*Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno*.

L’*Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania* ha proceduto all’emanazione dei documenti di Pianificazione Territoriale, come i Piani di Bacino, i Piani Urbanistici, i Piani Territoriali Regionali di Coordinamento ed i Piani dei Parchi, in risposta ai vari dispositivi normativi.

L’*Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno* in relazione a quanto definito dalla L.183/89 e s.m.i., ha in corso il processo di pianificazione e programmazione finalizzato alla redazione del Piano di Bacino relativamente alle Risorse Suolo, Acqua ed Ambiente. L’AdB ha svolto sul territorio di competenza ( circa 12.000 Km<sup>2</sup>), oltre all’elaborazione degli “Schemi Previsionali e Programmatici” anche una prima attività conoscitiva ed analisi finalizzata all’elaborazione di “Studi Prioritari” relativi ai “fenomeni franosi”, alla “ottimizzazione delle risorse idriche”, al “ trasporto solido” e al “modellamento del litorale”. Sulla base di tale attività, è stato approvato dal Comitato Istituzionale il preliminare di Piano, nel quale sono stati individuati i Piani Stralcio da realizzare. Oltre ai Piano Stralcio sono stati elaborati altri documenti , come il “*Piano Straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio idrogeologico più alto – Rischio idraulico*”

L’esigenza dei Piani di Bacino, articolati nei vari Piani Stralcio, nel caso del bacino Volturno di importanza nazionale, e regionale nel caso del bacino Nord-Occidentale della Campania, nasce dalla seguente scansione degli atti di:

**A ) NORMATIVA NAZIONALE :**

**Legge 18 maggio 1989 n.183**

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (testo coordinato con le modifiche apportate a tutto il 6 maggio 1996);

**Legge 7 agosto 1990 n.253**

Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo;

**Legge 27 gennaio 1992 n.132**

Attuazione della direttiva CEE n.80/68 concernente la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da alcune sostanze pericolose;

**Legge 19 luglio 1993 n.236**

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 20 maggio 1993 n. 148 (ctr.art. 3);

**Legge 4 dicembre 1993 n.493**

Disposizioni per l'accelerazione degli investimenti a sostegno dell'occupazione e per la semplificazione del procedimento in materia edilizia;

**Legge 25 luglio 1994 n.471**

Disposizione urgente a favore delle zone colpite da fenomeni alluvionali nei mesi da settembre a dicembre 1993;

**Legge 5 gennaio 1994 n. 36**

Disposizioni in materia di risorse idriche (Legge Galli);

**Legge 21 ottobre 1994, n.584**

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 agosto 1994, n. 507, recante misure urgenti in materia di dighe;

**Legge 3 agosto 1998, n. 267**

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania;

**Legge 13 Luglio 1999, n. 226**

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 13 maggio 1999, n. 132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile

**Legge 11 dicembre 2000, n. 365**

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante misure urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato in materia di protezione civile ( Decreto Soverato).

**B ) ATTI D'INDIRIZZO, DIRETTIVE, CIRCOLARI**

**D.P.C.M. 23 marzo 1990**

Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione ed adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 - legge n. 183/89;

**Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici n.460 del 6/10/90**

Regolamento recante organizzazione della Direzione generale della difesa del suolo;

**D.P.R. 7 gennaio 1992**

Atto di indirizzo e di coordinamento per determinare i criteri di integrazione e di coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle Autorità di bacino e delle Regioni per la redazione dei piani di bacino

**Decreto legislativo del governo n. 133 del 27/01/92**

Attuazione delle direttive 75/464/CEE, 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 4/491/CEE, 88/347/CEE, 90/415/CEE in materia di scarichi industriali di sostanze pericolose nelle acque. D.P.R. 14 aprile 1993 Criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica;

**D.P.R. 14 aprile 1994**

Atto di indirizzo e di coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale e interregionale;

**Decreto n.382 del Presidente della Repubblica del 18/04/94**

Disciplina dei procedimenti di conferimento dei permessi di ricerca e di concessione di coltivazione di giacimenti minerari di interesse nazionale e di interesse locale ;

**D.P.R. 18 luglio 1995**

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino Circolare P.C.M. 13 dicembre 1995 Disposizioni attuative e integrative in materia di dighe;

**Circolare P.C.M. 19 marzo 1996**

Disposizioni inerenti l'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti dighe D.M. Lavori pubblici 14 febbraio 1997 Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione da parte delle Regioni delle aree a rischio idrogeologico;

**D.P.C.M. 29 settembre 1998**

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180;

**d.Lgs 11 maggio 1999 n.152**

Disposizioni sulla tutela delle acque reflue urbane.

**C ) NORMATIVA REGIONALE**

**legge regionale n. 27 del 4-05-1979**

Delega in materia di economia e bonifica montana e difesa del suolo;

**legge regionale n. 54 del 29-05-1980**

Delega e sub delega di funzioni regionali ai Comuni, alle Comunità Montane e alle Province e disciplina di provvedimenti legislativi ed amministrativi regionali concernenti le funzioni delegate e sub delegate;

**legge regionale n. 42 del 2-08-1982**

Provvedimenti per l'attuazione del programma agricolo regionale;

**legge regionale n. 9 del 7-01-1983**

Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico;

**legge regionale n. 40 del 6-05-1985**

Integrazione dell' articolo 5 della legge regionale 4 maggio 1979, n. 27: "Delega in materia di economia e bonifica montana e difesa del suolo";

**legge regionale n. 13 del 28-02-1987**

Modifiche ed integrazioni alla Legge Regionale 4 maggio 1979, n. 27 " Delega in materia di economia e bonifica montana e difesa del suolo";

**legge regionale n. 24 del 12-08-1993**

Disciplina, promozione e valorizzazione dell' agricoltura biologica in Campania;

### legge regionale n. 8 del 7-02-1994

Norme in materia di difesa del suolo – Attuazione della Legge 18 Maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni ed integrazioni;

### legge regionale n. 24 del 18-11-1994

Norme in materia di tutela e valorizzazione dei beni ambientali, paesistici e culturali;

### legge regionale n. 11 del 7-05-1996

Modifiche ed integrazioni alla Legge Regionale 28 febbraio 1987, n. 13, concernente la delega in materia di economia, bonifica montana e difesa del suolo.

## 3. INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'itinerario Napoli – Bari si colloca nel piano di sviluppo dei fondamentali itinerari del Mezzogiorno, tra cui il programma finalizzato al miglioramento dei collegamenti di riqualificazione organizzativa ed infrastrutturale tra la Regione Campania e la Regione Puglia.

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 comprende in particolar modo i bacini dei Regi Lagni e Fiumi Volturno e Calore. Pertanto la nostra attenzione sarà rivolta in particolar modo a questi fiumi ed ai loro affluenti.

Per lo sviluppo del Progetto Preliminare delle tratte che compongono l'itinerario Napoli – Bari si sono presi a riferimento i seguenti Studi:

- Napoli – Canello: variante della linea Cassino-Napoli nel territorio di Acerra, studio di fattibilità di Marzo 2006 e successivi approfondimenti di fattibilità di Novembre 2006;
- Canello – Benevento: studio di fattibilità di Novembre 2005;
- Raddoppio tratta Apice – Orsara: studio di fattibilità di Aprile 2006 e progetto preliminare di giugno 2005 per la tratta Orsara – Montaguto;
- Bretella di Foggia: studio di prefattibilità di Aprile 2006.

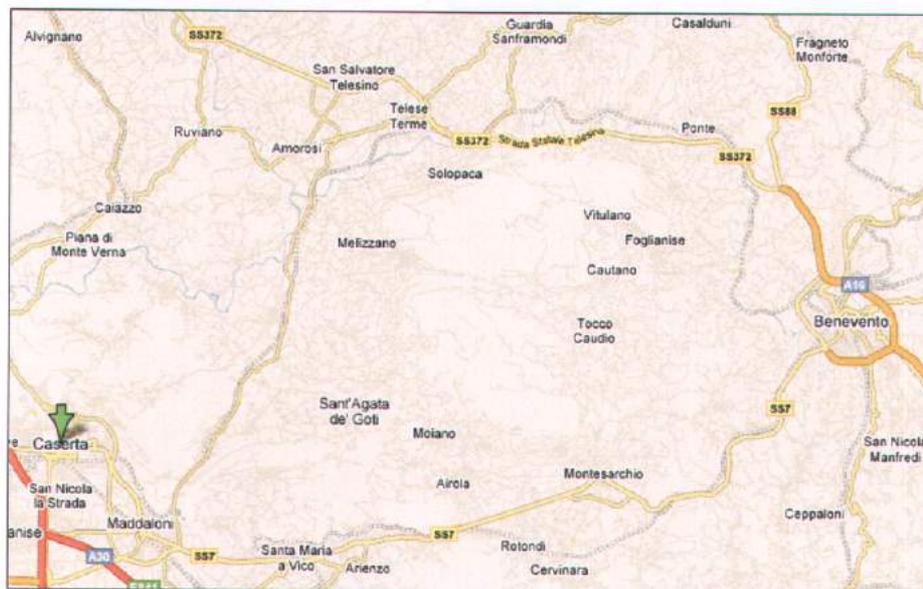


Figura 3.1

Per un inquadramento globale dell'area oggetto della presentazione nella [Figura 3.2](#) viene rappresentato la proposta di tracciato per la variante della Linea Storica Roma - Napoli via Cassino, nel territorio di Maddaloni.



Figura 3.2

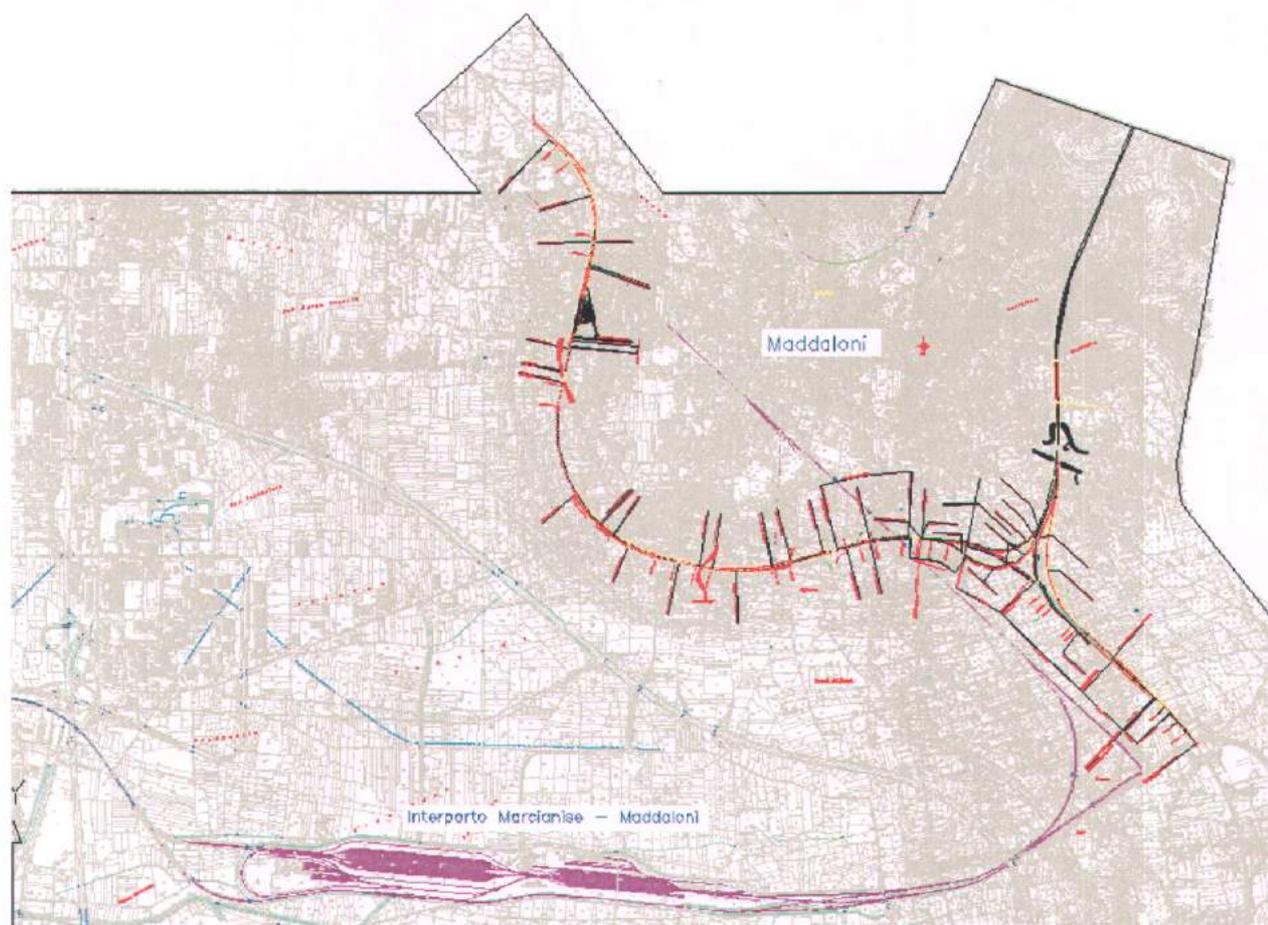


Figura 3.3

A Sud dell'abitato di Marcianise, che si trova a 5 km Est dello Shunt, incontriamo il canale dei Regi Lagni con il suo affluente in destra Lagno Vecchio chiamato anche Lagno Gorgone, che costeggia il lato Sud dell'area occupata dall'Interporto FS Marcianise-Maddaloni.

Quest'ultimo riceve poco prima della sua confluenza con il Regi Lagni, un canale in destra di lunghezza complessiva pari a 3km che nasce lungo la SS87. Salendo il Lagno Vecchio, nel tratto che costeggia l'area occupata dall'Interporto FS Marcianise - Maddaloni, dove prende il nome di Lagno Gorgone, a 4.6Km a monte della confluenza con il Regi Lagni, riceve in destra un altro canale che nasce a sud della S.S. 265. Il canale presenta una lunghezza di 2.5km con un tratto tombinato di 470m per superare l'area interportuale. I due canali sopra menzionati rimangono a Sud dell'Autostrada A30 Caserta- Salerno.

La soluzione plano-altimetrica del tracciato ferroviario in progetto rimane a Nord della suddetta Autostrada.

Il Lagno Gorgone, prosegue verso monte raggiungendo la SS 162 dove riceve il Lagno di Pizzopontone. Il Lagno Pizzopontone presenta una direzione Est-Ovest prima della confluenza con il ricettore, invece il Lagno Gorgone prosegue verso monte, da Gaudello, mantenendo la direzione

Sud- Nord fino all'abitato di Canello. A monte di Canello, il Lago Gorgone riceve in destra il **canale Carmignano**. Il Canale Carmignano ha le sorgenti nelle alture a Nord dell'abitato di Maddaloni.

La variante plano-altimetrica della Linea Storica Roma – Napoli risulta confinata:

- a Nord dal canale Carmignano, tombinato sotto l'abitato di Maddaloni,
- a Sud dal rilevato dell'Autostrada A30 Caserta- Salerno.

Considerando che la soluzione progettuale attraversa i bacini dei Regi Lagni e del Fiume Volturno si riporta nei paragrafi successivi lo studio idrologico-idraulico relativo ai suddetti corsi d'acqua ed ai loro affluenti principali.

### 3.1. Bacino del Regi Lagni

#### 3.1.1. Morfologia e Idrografia

L'art. 2 della *“Legge Regionale n. 8 del 7 Febbraio 1994”* relativa alle *“Norme in materia di difesa del suolo - Attuazione della Legge 18 Maggio 1989, n.183 e successive modificazioni ed integrazioni”* evidenzia che *“Ai fini della elaborazione dei Piani di Bacino Regionale, ai sensi dell'art. 20 della Legge 18 maggio 1989, n°183 così come modificato dalla legge 7 agosto 1990, n°253, i bacini idrografici regionali sono raggruppati nei complessi territoriali di seguito riportati:*

- a. *Bacino Nord - occidentale della Campania, comprendente i bacini idrografici del Rio D'Auriva, Savone, Agnena, Regi Lagni, Lago Patria e Alveo Camaldoli, Campi Flegrei, Volla, Isola di Ischia e Procida;*
- b. *Bacino del Sarno, comprendente i bacini idrografici del Sarno Torrenti Vesuviani, Penisola Sorrentina e Capri;*
- c. *Bacino in destra Sele comprendente i bacini idrografici della Penisola Amalfitana, Irno, Picentino, Tusciano e Minori Costieri in destra Sele;*
- d. *Bacino in sinistra Sele comprendente i bacini idrografici Minori, Costieri in sinistra Sele, Alento, Lambro, Mingardo, Bussento, Minori Costieri del Cilento*

Nella [Figura 3.4](#) vengono rappresentati i vari bacini della regione Campania, e della Basilicata tra i quali si nota il bacino 28 dell'Autorità di Bacino Nord-Occidentale ed il bacino 6 dell'Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno interessati dalla linea in progetto.

La [Figura 3.5](#) vengono invece riportati solo i bacini della Regione Campania.

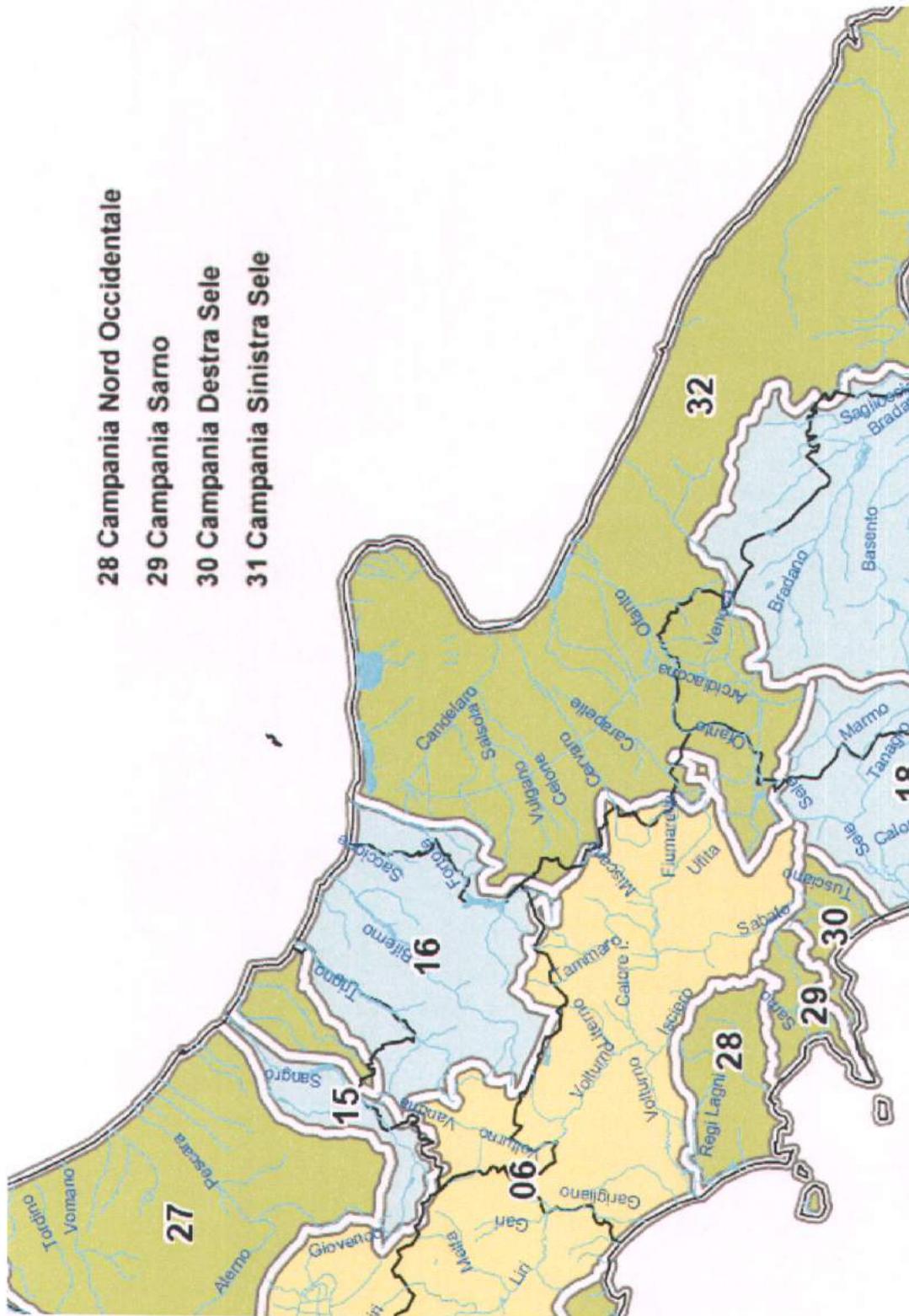


Figura 3.4

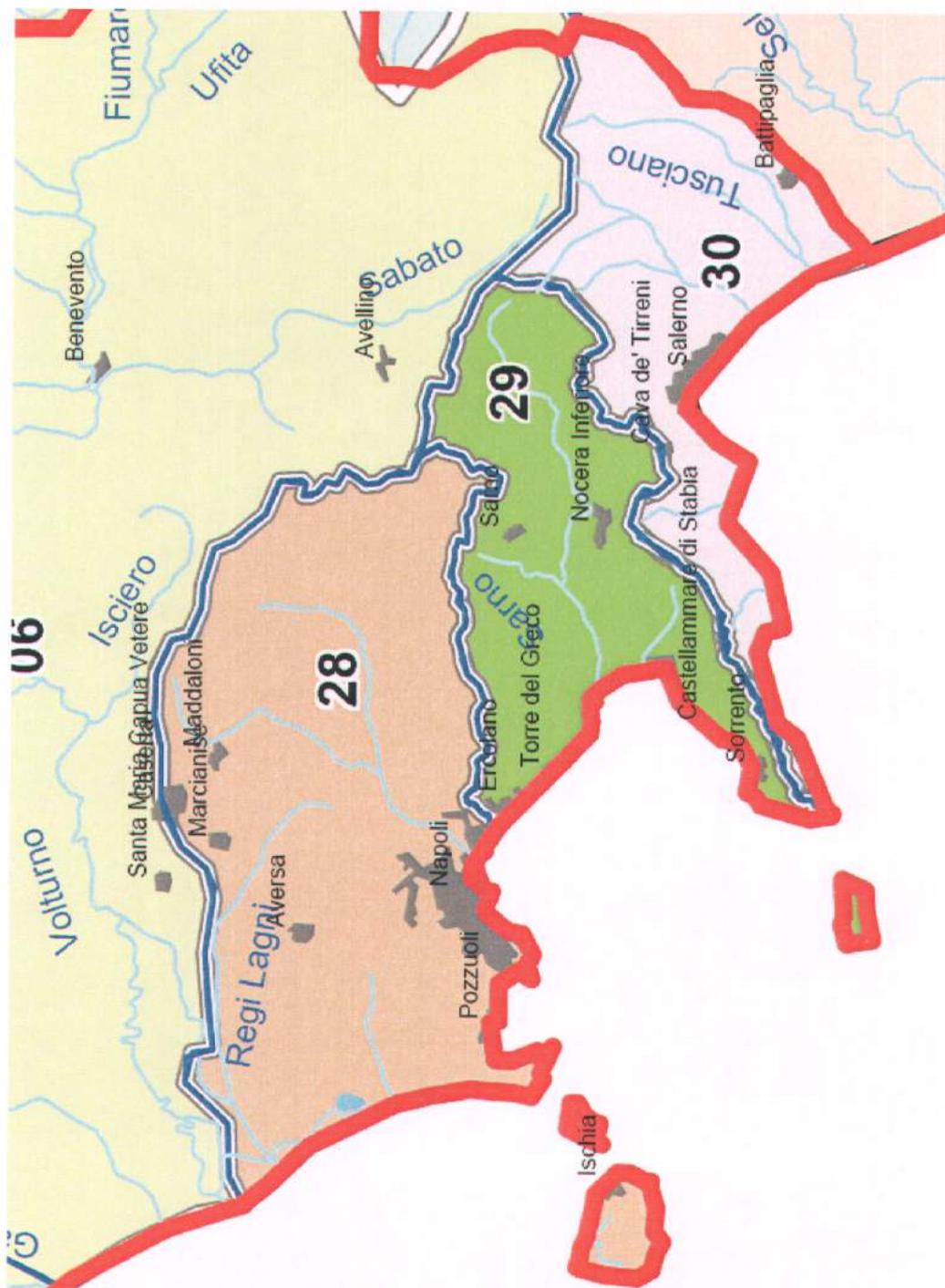


Figura 3.5

Il bacino dei Regi Lagni, uno dei più importanti della Regione Campania, sottende una superficie di circa 1200 km<sup>2</sup>, in direzione est-ovest, da Nola verso Acerra e quindi, al mare, raggiungendo il litorale tra la foce del Volturno ed il lago di Patria.

Il collettore principale dei Regi Lagni si diparte dalla località Ponte delle Tavole, presso Marigliano, e, disegnando un'ampia ansa intorno ad Acerra, in prossimità della forcina di Casapuzzano, si riporta nella zona centrale della Piana Campana. [Figura 3.5](#)

Tale bacino è delimitato:

- a nord, dall'argine sinistro del fiume Volturno e dai monti Tifatini;
- a sud, dalle colline flegree e dal massiccio del Somma-Vesuvio;
- ad est, dalle pendici dei monti Avella.

Dal punto di vista morfologico nel sistema Regi Lagni si possono riconoscere due zone distinte :

- *montana e pedemontana*, con estensione di circa 450 km<sup>2</sup>;
- *pianeggiante*, di circa 650 km<sup>2</sup>.

La parte montana presenta pendici molto acclivi, ed è costituita dalle:

- pendici meridionali dei monti Tifatini, che separano la piana di Terra di Lavoro dalla Vallata del Volturno;
- pendici occidentali dei monti di Avella e del Nolano, che costituiscono le ultime appendici, verso Ovest, dell'Appennino Campano e dei massicci del Terminio e del Partenio;
- pendici settentrionali del Somma-Vesuvio.

### 3.1.2. Principali affluenti

Il sistema idrografico dei Regi Lagni costituito dal canale artificiale dei Regi Lagni nel quale convergono una serie di "lagni" disposti a raggiera.

Nel primo tratto, lungo circa 25km, nella zona montana, confluiscono in destra idraulica i lagni Gaudò, Boscofangone e Tora, provenienti dalle valli ubicate tra i monti del Baianese, e dal M.Fellino, mentre in sinistra idraulica confluiscono le acque provenienti dal vallo di Lauro (alvei Quindici e Frezza), e dal Somma-Vesuvio (alvei Campagna e Spirito Santo).

Alla Stretta di Casapuzzano confluisce anche il Lagno Gorgone, nel quale presso Canello, confluiscono, a loro volta, anche le acque delle sorgenti del Solfito, e del Calabricito, nonché le acque dei torrenti provenienti da San Felice e Canello e dalle prime propaggini dei monti del Beneventano.

Piegando leggermente verso nord-ovest, il collettore principale (Lagno Maestro) giunge in prossimità di Ponte Selice, per poi disporsi quasi parallelamente al Volturno, raggiungendo, dopo circa 25 km, la costa, nel tratto compreso tra il Lago Patria e Castel Volturno.

Nella parte pianeggiante, per una lunghezza complessiva di circa 55 Km, il Canale dei Regi Lagni costituisce l'unico recapito delle acque meteoriche delle campagne che esso attraversa nonché di quelle provenienti da 126 Comuni ricadenti sia nella Provincia di Caserta che in quella di Napoli.

Al canale centrale, che attraversa gran parte del bacino da est ad ovest affluiscono inoltre complessivamente oltre 210 km di canalizzazioni secondarie, che drenano una parte notevole del

Relazione idrologica

PROGETTO  
IF32

LOTTO  
01

CODIFICA  
R 11 RI

DOCUMENTO  
ID00 01 001

REV.  
A

FOGLIO  
14 di 37

bacino, consentendo il deflusso sino al Tirreno delle acque meteoriche e di quelle drenate dai terreni.

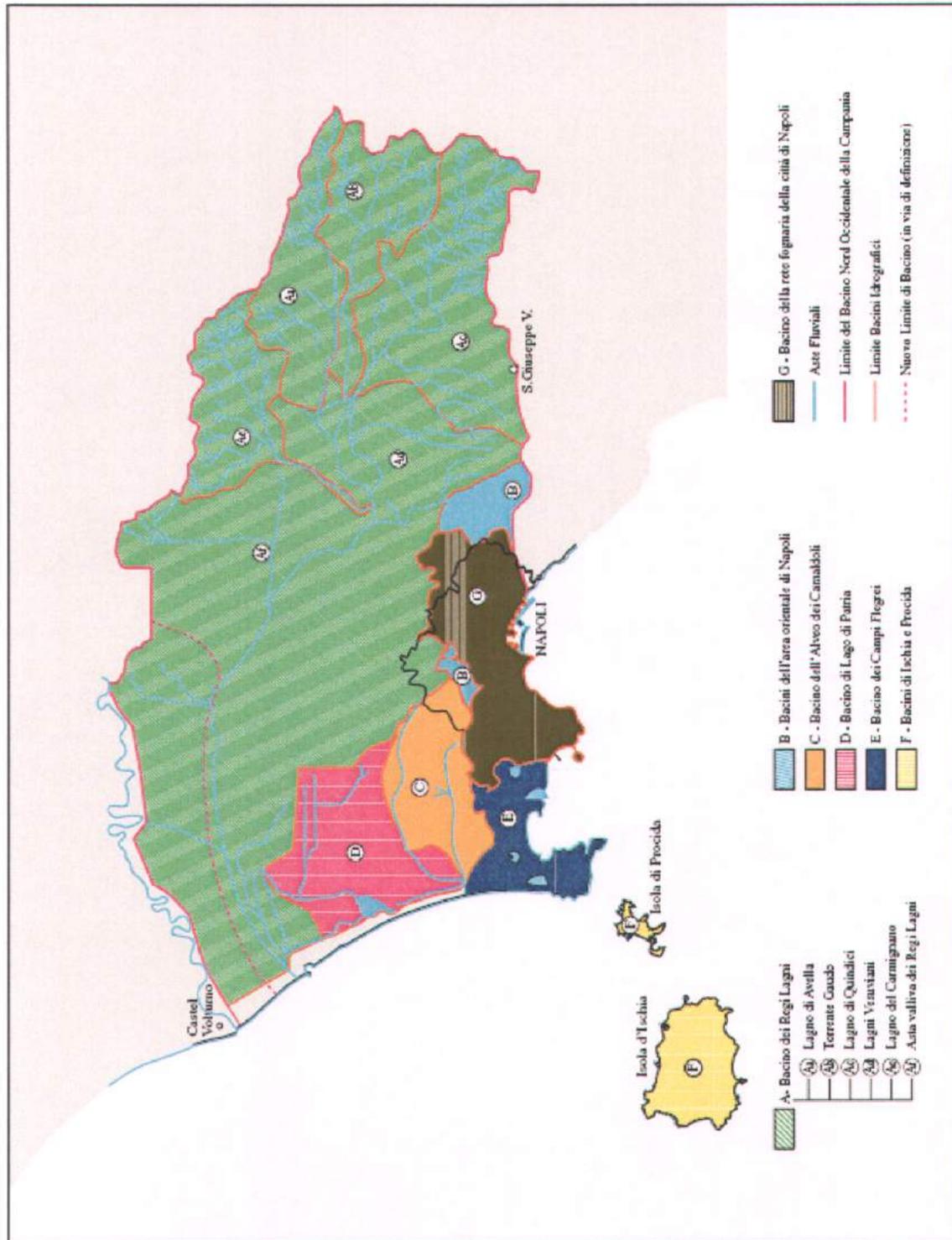


Figura 3.6

Il bacino più esteso rappresentato nella [Figura 3.6](#), di competenza dell'Autorità di bacino Nord Occidentale, codificato come A, è proprio il Regi Lagni.

Il Bacino del Lago Carmignano, ovvero Ae, viene meglio riportato nella [Figura 3.7](#)

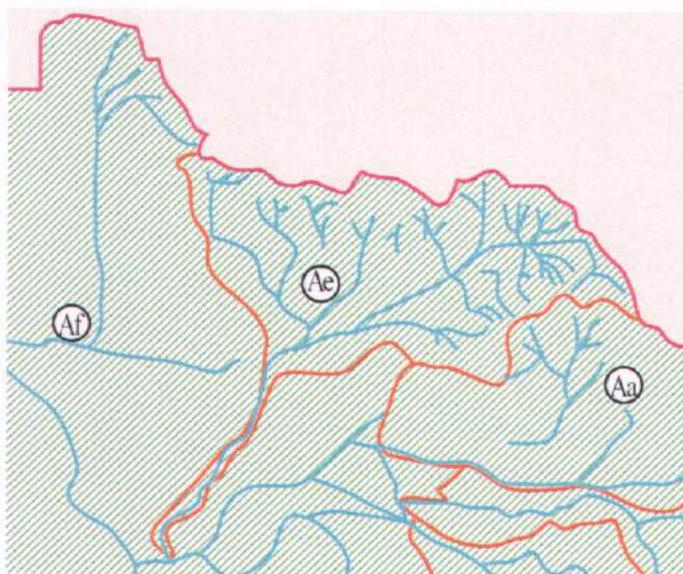


Figura 3.7

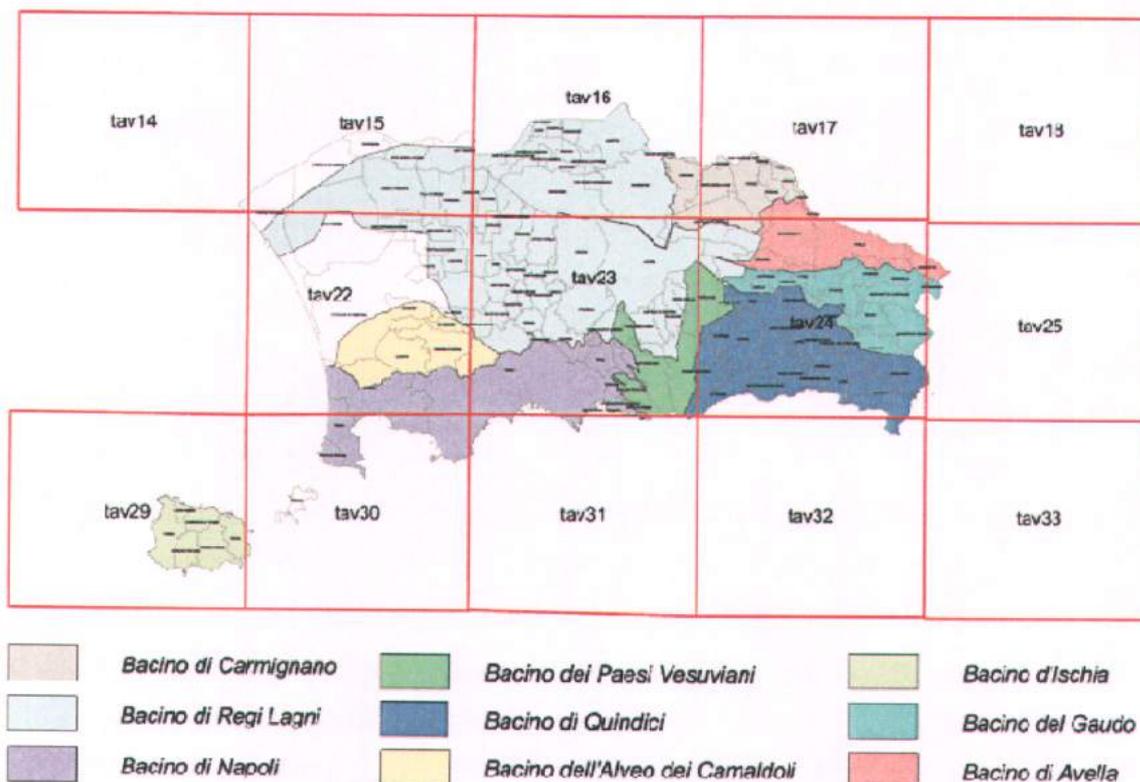


Figura 3.8

Dal Quadro di unione delle sezioni – [Figura 3.8](#) - si nota che il Bacino del Lago Carmignano interessa le tav. 16, 17, 23 e 24. Il sottobacino di nostro interesse si trova nella tav. 16.

Per la descrizione dettagliata dell'affluente del Regi Lagni, il Lago Carmignano, si rimanda al [Capitolo 3.4](#). Il nome di *Carmignano* viene spesso utilizzato in associazione a Lago, Torrente, Fosso, Canale, per aste montane ma anche di pianura. Affinché vengano eliminati riferimenti ad aste non di nostro interesse nel capitolo 3.4 viene accordata una attenzione particolare a questo corso d'acqua che chiameremo Fosso Carmignano.

## **3.2. Bacino del Fiume Volturno**

### **3.2.1. Morfologia e Idrografia**

Il **Volturno** è, con una lunghezza di 175 km e un bacino esteso per 5.550 kmq, il principale fiume dell'Italia meridionale.

Il Fiume Volturno - Antico Volturnus o Vulturnus ha origine nel versante sudorientale del Monte Metuccia. Sotto Castellone al Volturno, a destra, un canale gli porta le acque copiose della Sorgente Capo Volturno (nel pendio orientale del Monte della Rocchetta), dalla quale comunemente si dice che nasca il fiume. Esso scende verso sud e poco dopo Amorosi riceve a sinistra il fiume Calore, suo maggiore affluente; quindi volge a sud-ovest, sboccando nel vasto piano alluvionale, limitato dal Monte Massico e dai Campi Flegrei ed esteso fino ai piedi del Monte Somma e al Golfo di Napoli. Il Volturno lo attraversa con giri tortuosi e chiude con un'ansa la città di Capua; quindi finisce nel Tirreno con un delta, che dal 1616 al 1876 è avanzato di quasi 2 km.

Il corso misura 185 km, il bacino si estende per 5.558 kmq, escluso il tratto da Capua al mare, dove il fiume scorre tra argini e non ha più bacino.

Il Volturno è rapido e profondo, ma torbido; la sua portata media è di 82,70 m<sup>3</sup>/s; le piene non sono frequenti, ma talvolta gravi, quando i venti di scirocco sciolgono le nevi dell'alto bacino, impedendo il deflusso delle acque al mare.

Il Volturno è un fiume fortemente inquinato, ma ancora recuperabile. Il suo tratto alto, in territorio molisano, presenta una buona qualità delle acque. Successivamente scendendo verso la foce, in particolare dopo aver attraversato il centro di Capua, la salute del fiume peggiora gradualmente e irrimediabilmente a causa degli interventi dell'Enel compiuti a monte, degli scarichi civili e zootecnici e delle escavazioni di materiali inerti.

Negli ultimi 30 anni, inoltre, questa zona ha perso 6 milioni di m<sup>3</sup> di spiaggia, con arretramenti di varie centinaia di metri ed una sostanziale modifica morfologica della linea di costa. Ad alto impatto ambientale le opere di difesa messe in atto che riducono di molto l'appetibilità turistica della zona e i cui effetti sono visibilmente discutibili.

Le radicali modificazioni di questa fascia costiera risalgono a partire dagli anni '70. In particolare in destra Foce Volturno, queste modificazioni sono dovute oltre all'intensa urbanizzazione anche alla realizzazione di opere portuali e di difesa costiera.

Per provvedere al risanamento dell'aria interessata, a livello istituzionale è stata istituita dalla Regione Campania, con la Legge Regionale n.14 del 21 maggio 1997, in attuazione della legge Nazionale n.36 del 5 gennaio 1994 l'Autorità di Bacino dei fiumi Liri - Garigliano e Volturno.

Tale Autorità dovrebbe, infatti, provvedere alla redazione di piani di risanamento ambientale e contemporaneamente avviare una gestione industriale delle attività connesse al ciclo delle acque, il

completamento delle reti fognarie comunali, la creazione e/o il potenziamento delle infrastrutture comprensoriali di depurazione, l'attuazione di cicli di lavorazione non idroesigenti nell'industria .

### 3.2.2. Principali affluenti

Rivo Colle Alto, Rivo San Vito, Fiume Sava di Gallo, Fiume Cavaliere, Rivo Acquoso, Rivo del Cattivo Tempo, Rivo Cerrito, Rivo Chiaro, Rivo di Rocchetta, Fiume Lete, Fiume Torano, Rivo Tella, Titerno, Fiume Calore Irpino, Fiume Isclero.

### 3.2.3. Regime

Il fiume ha una portata media elevata e abbastanza regolare di 82 m<sup>3</sup>/sec, il valore più alto dei fiumi del Mezzogiorno (escludendo i 120 m<sup>3</sup>/sec del Liri-Garigliano che, pur scorrendo nel tratto finale nella zona di confine tra Campania e Lazio, non può essere considerato fiume del Mezzogiorno in quanto per gran parte compreso nel Lazio e quindi nel centro-Italia.

Il regime del Volturno può tuttavia subire in caso di abbondanti piogge invernali, brusche impennate di portata superiori anche ai 2.500 m<sup>3</sup>/s, soglia oltre la quale può dar luogo a estese inondazioni, tuttavia non molto frequenti.

Le sue acque sono impiegate per la pesca, l'irrigazione, la nautica sportiva e la produzione di energia idroelettrica. La principale località attraversata è la città di Capua, anticamente attrezzata con un porto fluviale che la metteva in comunicazione con il Mar Tirreno e le altre città della costa.

## 3.3. Bacino del Fiume Calore

### 3.3.1. Morfologia e Idrografia

Il Fiume Calore nasce a oltre 1.800 metri di quota dal *monte Cervialto* (Monti Picentini).

Il suo corso può essere diviso in alto, medio e basso Calore. Per i primi 43 km scorre nella provincia di Avellino e per altri 65 km nella provincia di Benevento.

Il bacino del Calore Irpino ha una superficie di 3057.60 km<sup>2</sup>, affluente di sinistra del Volturno, riceve i primi contributi sorgentizi dal Monte Accellica e dalle Croci d'Acerno, montagne di calcare cretaceo che formano un dislivello con il fiume Sabato il quale scorre parallelo nella valle accanto e confluisce in sinistra nel fiume Calore nei pressi di Benevento.

Circa 7 km a monte di Benevento, in prossimità di Paduli, il Fiume Calore riceve il Tammaro e sottende un bacino imbrifero, a monte della confluenza, pari a 1316.33 km<sup>2</sup>. Il Tammaro alla confluenza contribuisce con un bacino di 673 km<sup>2</sup>.

Ricevuto il Tammaro, il fiume prosegue in direzione Nord-Ovest verso Benevento, attraversando la piana di Ponte Valentino e lambendo in destra la linea ferroviaria. Lungo il percorso riceve i contributi di numerosi valloni e fossi che confluiscono in destra. Nella città di Benevento scorre con argini in frodo attraversando il ponte stradale e per due volte la ferrovia.

Ad Ovest della città di Benevento, in sinistra, confluisce il fiume Sabato.

Ricevuto il Sabato, il Calore prosegue ad Ovest e, dopo aver formato un'ampia ansa in località Pantano, affianca il rilevato ferroviario fin sotto l'abitato di Castelpoto.

Poco a valle di Castelpoto confluisce il fiume Ienga.

A valle della confluenza con lo Ienga, il Calore attraversa il ponte stradale per la stazione di Vitulano e prosegue in direzione Nord-Ovest con il rilevato ferroviario in destra.

Lambendo vigneti e colline coltivate o ricoperte di vegetazione cedua, il Calore raggiunge la gola di Ponte che attraversa con alte e ripide sponde.

A valle di Ponte la piana si allarga su un vasto ripiano alluvionale con terreni agricoli coltivati soprattutto a vigneto ed il fiume divagando da destra a sinistra raggiunge il P.te S.Cristina a Solopaca. A valle del ponte è installata la stazione idrometrografica del Servizio Idrografico di Napoli presso la quale durante l'evento del 1968 è stata registrata la portata di 2440 m<sup>3</sup>/s (19.12.68). Proseguendo verso Ovest il fiume si porta a Sud dell'abitato di Teleso dove vi confluisce il torrente Grassano proveniente dalle omonime sorgenti.

Ricevuto il Grassano, il fiume defluisce verso Sud-Ovest e, attraversato il ponte ferroviario Torello e il Ponte sulla strada statale Fondo Valle Isclero nel comune di Mellizzano, confluisce nel Volturno. Lungo questo ultimo tratto sono stati eseguiti lavori di sistemazione spondale.

### 3.3.2. Principali affluenti

#### Alto Calore

Da subito ricco d'acque, scorre nel suo tratto iniziale dirigendosi verso Nord e bagnando i centri di Castelfranci, Luogosano (dove riceve da destra il torrente Frédane), Taurasi e Venticano entrando così in provincia di Benevento presso il cosiddetto *Ponte Rotto*. Qui lascia sulla sinistra San Giorgio del Sannio, bagna il centro abitato di Apice e presso la stazione di quest'ultimo volge ad ovest dopo aver ricevuto a destra il fiume Ufita.

#### Medio Calore

Correndo fra i colli di Paduli a Nord e quelli di Benevento a Sud, riceve poi presso Ponte Valentino da destra il Tammaro, suo principale tributario. Più a valle il fiume giunge presso il capoluogo: qui riceve da sinistra il torrente *San Nicola*, lambendo a Nord il territorio beneventano, ancora da sinistra il Sabato e poco più giù il torrente *Corvo*. Sotto Castelpoto il fiume volge per poco a Nord, ricevendo a sinistra il torrente Jenga.

#### Basso Calore

Presso il paese di Ponte il Calore si dirige nuovamente verso Ovest ricevendo da destra i torrenti Alenta e Lanare (quest'ultimo nasce dalle propaggini a Nord-Ovest del monte Ciesco 833 m), e formando un ampio fosso ed un lungo canale, delimitando il territorio comunale di San Lupo e quello di San Lorenzo Maggiore. Quindi, poco prima della stazione di Amorosi, di fronte al castello di Campagnano, si versa nel Volturno.

### 3.3.3. Regime

Caratterizzato da un bacino di raccolta assai ampio (3.058 km<sup>2</sup>, oltre la metà di quello totale del Volturno), dalla discreta permeabilità e ricco di sorgenti, il Calore ha una notevole portata d'acqua alla foce (31,8 m<sup>3</sup>/s, il terzo del Sud-Italia dopo Volturno e Sele), pur risentendo in maniera pesante di una certa irregolarità di regime e di un pesante sfruttamento delle sue acque.

In autunno e inverno a causa delle precipitazioni sono dunque frequenti e imponenti le piene (talvolta disastrose come accaduto il 2 ottobre del 1949, alle ore 5.30 quando venne alluvionata per gran parte la città di Benevento); al contrario in estate il fiume rimane a tratti impoverito della sua portata a causa delle pesanti captazioni delle sue acque.

### 3.3.4. Situazione attuale

Si riportano di seguito le principali informazioni idrologiche relative al bacino del fiume Calore con sezione di chiusura alla confluenza con il fiume Volturno così come desunte dal P.S.D.A. del Bacino del Volturno:

Lunghezza asta principale = 121 km

Superficie totale del bacino imbrifero = 3057.60 km<sup>2</sup>

Altitudine media = 538 m s.l.m.

### 3.4. Corsi d'acqua secondari

L'idrografia dell'area è costituita da una serie di corsi d'acqua che presentano un regime tipicamente torrentizio, con deflussi superficiali solamente nella stagione invernale e soprattutto in occasione di precipitazioni intense e di una certa durata, mentre si presentano completamente asciutti nel periodo estivo, in particolare per due motivi: alta temperatura e scarsa piovosità. Il deflusso superficiale è limitato, oltre per le cause prima definite, anche per la discreta permeabilità delle formazioni affioranti, dovuta anche a una serie di frantumazioni che facilitano l'infiltrazione delle acque piovane nel sottosuolo.

Il bacino del Carmignano si imposta nella depressione strutturale di Arpaia e riceve piccole aste torrentizie che solcano il versante settentrionale dei Monti di Canello- Monte Fellino e quello meridionale dei Monti di Durazzano-Moiano.

Il Bacino del T. Carmignano delimita il settore nord-orientale del territorio dell'Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania, comprendendo gran parte della provincia di Caserta e spingendosi fino alla provincia di Benevento.

Dalla Tav. IDB-C1 dell'Autorità di Bacino Nord Occidentale viene estratto il sottobacino sotteso dalla linea ferroviaria – [Figura 3.9](#) - con sezione di chiusura nei pressi del cimitero di Maddaloni, poco a valle dell'attraversamento della SP335, dopo il lungo tratto tombato sotto l'abitato di Maddaloni.

Il canale interferisce con la nuovo tracciato Canello – Frasso Telesino alla Progressiva 2+770 (area evidenziata ) avendo le sorgenti nelle alture a Nord dell'abitato di Maddaloni. Il nome di *Carmignano* viene spesso utilizzato in associazione a Lago, Torrente, Fosso, Canale, per aste montane ma anche di pianura. Affinché vengano eliminati riferimenti ad aste non di nostro interesse viene accordata una attenzione particolare a questo corso d'acqua che chiameremo **Fosso Carmignano**. Più a valle, dopo l'attraversamento ferroviario prende il nome di Canale Carmignano.

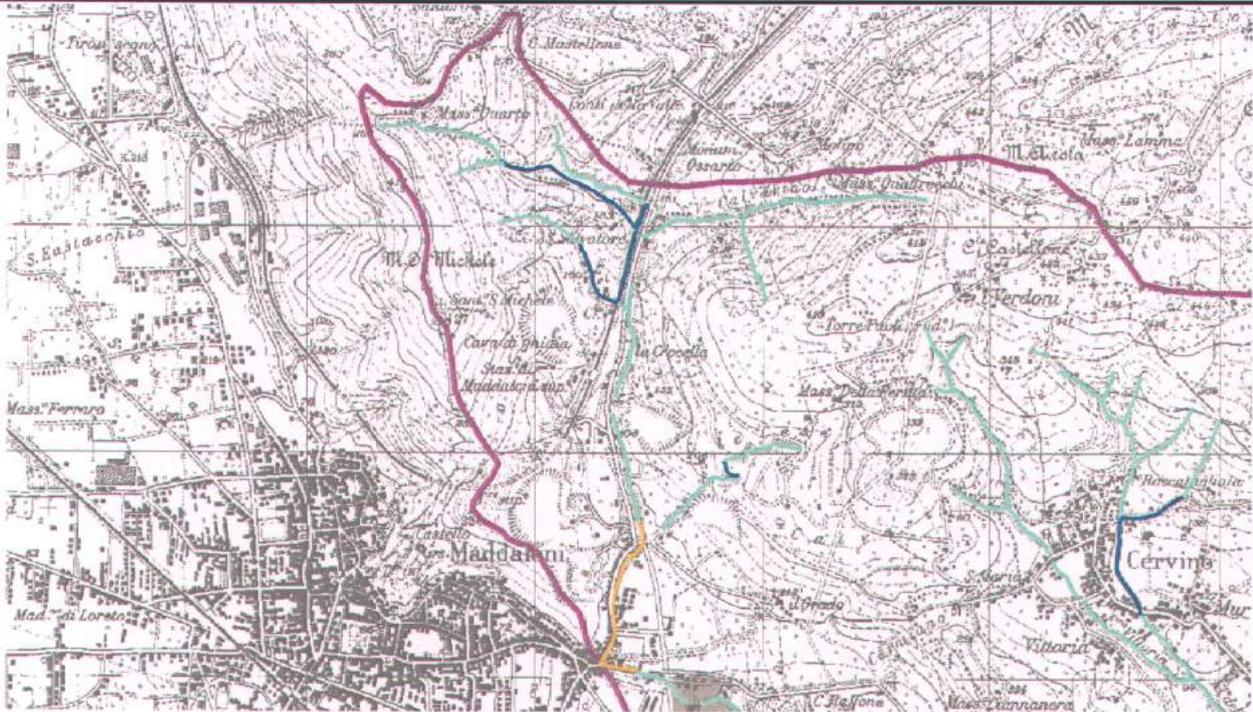


Figura 3.9

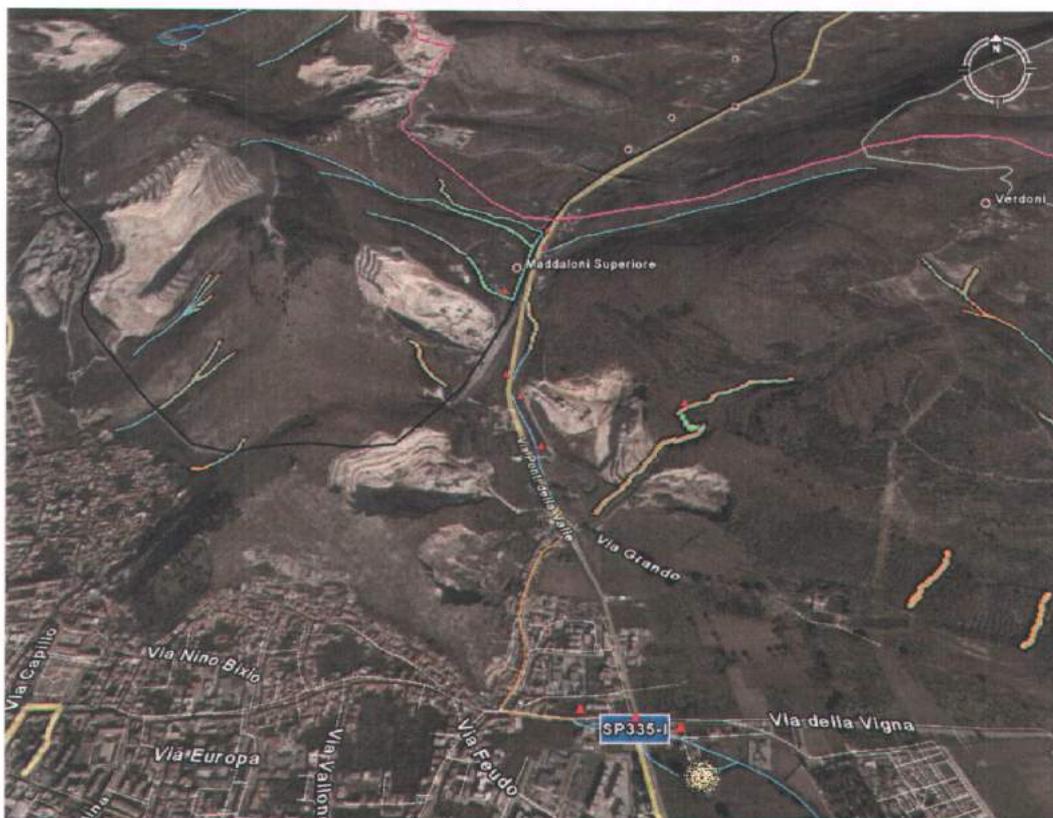


Figura 3.10

Il bacino del Fosso Carmignano viene rappresentato nella cartografia di bacino con tratti tombati (arancione) e aste montane che spesso si confondono (tratti blu – [Figura 3.9](#)) con la viabilità o linea ferroviaria esistente Caserta \_ Foggia, a Maddaloni Superiore.

Le infrastrutture esistenti e la presenza dell'abitato di Maddaloni attraversato dal Fosso Carmignano nel tratto tombato rendono difficile l'identificazione di un'asta principale e del bacino afferente. La sezione di chiusura del bacino è evidenziata in giallo nella [Figura 3.10](#)

Nella Relazione idraulica redatta dall'Autorità di Bacino Nord Occidentale troviamo la stima delle varie portate dei Lagni, tra cui anche quella del Fosso Carmignano (stima per l'intero bacino con la sezione di chiusura nei pressi di Canello prima della confluenza nel Lago Gorgone). La portata, valutata nello studio idrologico del progetto esecutivo della sistemazione definitiva dell'asta valliva dei Regi Lagni redatto dal CO.R.IN. per un tempo di ritorno di 50 anni è di 7.5 m<sup>3</sup>/s.

Si riportano di seguito le principali informazioni idrologiche relative ai bacini dei corsi d'acqua secondari, studiati con sezione di chiusura in corrispondenza dell'opera di attraversamento ferroviario, utilizzate successivamente per il calcolo della definizione delle portate:

Id.	nome	Progressiva	tratta	Lunghezza asta principale	Area
bacino		km		km	km <sup>2</sup>
1'	Fosso Carmignano	2+770	Canello-Frasso Telesino	1.5	4.6
1	Vallone Votta	7+316	Canello-Frasso Telesino	2.4	2.8
2	Rio Secco	8+729	Canello-Frasso Telesino	4.3	8.3
3	Valle Boschina	10+432	Canello-Frasso Telesino	1.7	1.5
4	Torrente Isclero	12+749	Canello-Frasso Telesino	27.6	189
5	Torrente San Giorgio	14+839	Canello-Frasso Telesino	10.0	23.3
6	Vallone Ferro	16+634	Frasso Telesino -Benevento	4.8	5.3

## 4. STUDIO IDROLOGICO

Data la scarsa presenza di dati storici relativi alle portate di massima piena dei corsi d'acqua di interesse nelle sezioni di chiusura prossime al tracciato di progetto, si è necessariamente fatto riferimento, in primo approccio, a schemi di valutazione teorica basati sulla determinazione indiretta derivata dai valori delle precipitazioni (il criterio assunto è quello di attribuire alle piene calcolate la stessa variabilità delle precipitazioni che le hanno generate).

Si è pertanto adottato un modello regionalizzato delle precipitazioni, associato a determinate zone per fornire i valori pluviometrici estremi con assegnato tempo di ritorno, applicabili ai singoli bacini in funzione del loro tempo di corrvazione.

Lo studio delle piogge è stato affrontato applicando il metodo suggerito dal "Rapporto sulla Valutazione delle Piene in Campania".

## 4.1. Metodo VAPI

Gli afflussi naturali sono stati determinati, per assegnati tempi di ritorno, tramite l'impiego di piogge estreme regionalizzate nell'ambito del progetto VAPI-CNR dello studio del GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) con il modello probabilistico che adotta la distribuzione TCEV (Two-Component Extreme Value).

L'adozione di tale metodo di indagine idrologica è stata ritenuta più appropriata per l'area in oggetto, in quanto garantisce risultati già ampiamente testati e quindi ritenuti sufficientemente cautelativi rispetto a quelli desumibili dai metodi tradizionali di elaborazione statistica.

### 4.1.1. Dati di input utilizzati - Reti di osservazione pluviometrica e idrometrica

#### PLUVIOMETRIA

L'area interessata dallo studio riguarda i bacini del versante Tirrenico che vanno dal F. Liri-Garigliano al F. Bussento. I dati idropluviometrici relativi sono gestiti dalla sezione di Napoli del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (SIMI).

La rete pluviometrica del SIMI al 1980 risultava composta da 319 stazioni di misura delle piogge con almeno 10 anni di osservazione, di cui 227 ricadono all'interno dell'area di studio; in particolare, 44 di esse posseggono anche 10 o più anni di osservazioni pluviometriche relative ai massimi annuali delle altezze di pioggia di durata inferiore al giorno.

Oltre ai dati che il SIMI certifica come massimi annuali, sono state prese in considerazione anche le serie storiche delle precipitazioni di notevole intensità e breve durata, inferiore ad 1 ora. Questi dati non vengono certificati come massimi annuali, ma utilizzati nella procedura per l'analisi regionale delle piogge brevi al terzo livello, volta all'ottenimento delle leggi di probabilità pluviometriche del bacino. In particolare, viene effettuato un controllo affinché in ogni stazione utilizzata siano rispettate le seguenti regole:

- il valore dell'altezza di pioggia relativo ad una durata maggiore deve essere sempre più elevato di quello relativo ad una durata minore;
- le medie calcolate da tali dati devono assumere un andamento regolare con la durata e, in particolare, non devono presentare salti in corrispondenza della durata di 1 ora, a partire dalla quale, cioè, i dati sono certificati come massimi annuali.

Si è verificato che in Campania entrambe le condizioni sono soddisfatte nella pratica per tutte le serie disponibili di lunghezza  $n \geq 10$  anni.

#### IDROMETRIA

L'area relativa al presente studio riguarda solamente i bacini del versante Tirrenico della Campania. La consistenza della rete di misura idrometrica è molto variata nel corso degli anni; nel 1970 risultavano complessivamente, per il Compartimento di Napoli, 29 stazioni idrometriche. Considerando anche stazioni dimesse nel tempo si arriva, per le portate giornaliere, a 33 stazioni idrometriche con almeno 5 anni di registrazioni.

Si distinguono nel seguito i dati relativi a:

- Massimi annuali delle portate giornaliere ed a più giorni consecutivi*: il data-base complessivo riguarda 33 stazioni idrometriche con numerosità fra i 5 e 37 anni;
- Massimi annuali delle portate istantanee*: si tratta complessivamente di 36 stazioni idrometrografiche con numerosità compresa tra 5 e 46 anni;
- Massimi annuali delle portate in più ore consecutive*: in tal caso si tratta di dati che nella quasi totalità non sono mai stati pubblicati e sono ricavati appositamente ricorrendo alla lettura delle strisce idrometrografiche originali o delle tabelle in cui il dato idrometrico è stato già corretto, attraverso la scala di deflusso appropriata, in dato di portata. Complessivamente sono stati analizzati 1214 idrogrammi di piena e sono state ottenute 25 serie idrometrografiche con numerosità fra i 4 e 36 anni per durate fra 0.5 e 48 ore.

#### 4.1.2. Definizione della distribuzione TCEV

Obiettivo principale dello studio di seguito illustrato è appunto la valutazione delle portate al colmo di piena che possono defluire, nelle sezioni del reticolo idrografico in esame, con assegnato periodo di ritorno  $T$ .

L'approccio, i parametri e le condizioni al contorno utilizzati fanno riferimento a quanto proposto su scala nazionale dal progetto VAPI, in particolare viene adottato un modello probabilistico a doppia componente (TCEV).

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

In via più dettagliata, i valori della variabile idrologica  $X_T$ , corrispondenti al periodo di ritorno  $T$ , possono essere stimati a partire da una relazione del tipo:

$$X_T = \xi_X \cdot K_T$$

dove:

$\xi_X$  è un parametro centrale della distribuzione di probabilità della variabile  $X$  (per es. la media  $\mu_X$ );

$K_T$  è un coefficiente amplificativo, denominato fattore di crescita col periodo di ritorno  $T$  espresso dalla relazione  $K_T = K_T(T)$  che dipende, per una data regione omogenea rispetto alle portate al colmo di piena, solo dal particolare modello probabilistico adottato e dallo specifico parametro  $\xi_X$  preso a riferimento.

Una stima sufficientemente attendibile del parametro  $\xi_X$  può essere effettuata, a causa della sua scarsa variabilità campionaria, già in base a pochi dati. Viceversa, l'affidabilità della stima dei parametri contenuti nell'espressione di  $K_T$  e, quindi, l'attendibilità della stima di  $K_T$ , risulta influenzata dal ridotto numero di dati generalmente a disposizione.

Di conseguenza, mentre la valutazione di  $K_T$  può essere effettuata solo in base ad un'analisi regionale, condotta su due distinti livelli (I e II Livello di analisi regionale), la valutazione del parametro  $\xi_X$  va effettuata tenendo conto, soprattutto, delle peculiarità proprie dello specifico bacino preso in esame (analisi regionale di III Livello).

La stima dei massimi istantanei di una variabile aleatoria (altezza di pioggia, intensità di pioggia, portata di piena, etc.) corrispondenti ad assegnati valori del periodo di ritorno  $T$  può essere

effettuata attraverso una metodologia di tipo probabilistico con diversi tipi di approcci. Tra questi, vengono spesso utilizzati il modello di Gumbel e il modello T.C.E.V. (modello di regionalizzazione dei valori estremi a doppia componente).

Il modello di Gumbel, molto diffuso in campo tecnico, quando applicato all'analisi dei massimi annuali delle altezze di pioggia o delle portate al colmo di piena, tende a sottostimare i valori più elevati osservati nel passato (valori corrispondenti ai periodi di ritorno più elevati).

Il modello T.C.E.V. (Two Components Extreme Value) risulta maggiormente rispondente alle esigenze di un'attenta valutazione delle altezze di pioggia o delle portate al colmo di piena che possono defluire nei tronchi di un corso d'acqua.

Di fatto, il modello T.C.E.V. costituisce una generalizzazione del modello di Gumbel essendo costituito dal prodotto di due leggi di Gumbel, la prima delle quali destinata ad interpretare e descrivere, in chiave probabilistica, i massimi valori ordinari e, la seconda, quelli straordinari.

In base a tale modello la funzione di distribuzione di probabilità della generica variabile  $X_T$  (altezza massima o intensità massima di pioggia, portata al colmo, etc.) è espressa come segue:

$$F_X(X) = e^{-\left( \Lambda_1 e^{-\frac{x}{\Theta_1}} + \Lambda_2 e^{-\frac{x}{\Theta_2}} \right)}$$

e rappresenta la probabilità che la variabile  $X_T$  sia minore o uguale al valore  $x$ .

Se si pone  $\Theta_* = \Theta_2 / \Theta_1$  e  $\Lambda_* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{1/\Theta_*}$ , si può considerare una nuova quaterna di parametri  $\Lambda_*$ ,  $\Theta_*$ ,  $\Lambda_1$  e  $\Theta_1$  che una volta stimati permettono di esplicitare univocamente la relazione fra periodo di ritorno  $T$  e valore del coefficiente di crescita  $K_T$ :

$$T = \frac{1}{1 - F_x(X_T)} = \frac{1}{1 - \exp\left[-\Lambda_1 e^{-\eta K_T} - \Lambda_* \cdot \Lambda_1^{1/\Theta_*} e^{-\eta K_T / \Theta_*}\right]} \quad (1)$$

nella quale

- $K_T = \frac{X_T}{\mu_X}$  è il fattore di crescita col periodo di ritorno  $T$ , definito come il rapporto tra la variabile  $X_T$  corrispondente all'assegnato periodo di ritorno  $T$  e la media  $\mu_X$  della distribuzione di probabilità della variabile  $X$ ;
- $\Lambda_*$  e  $\Theta_*$  sono parametri adimensionali dipendenti solo dal coefficiente di asimmetria  $e$ , pertanto, stimabili solo sulla base di un'indagine regionale ad amplissima scala (analisi regionale di I Livello) e pari rispettivamente a  $\Lambda_* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{1/\Theta_*}$ ,  $\Theta_* = \Theta_2 / \Theta_1$ ;
- $\Lambda_1$ ,  $\Theta_1$ ,  $\Lambda_2$  e  $\Theta_2$  sono parametri che esprimono il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori a una soglia delle due popolazioni ( $\Lambda_1$  e  $\Lambda_2$ ) e il loro valore medio ( $\Theta_1$  e  $\Theta_2$ ) con  $\Lambda_1$ ,  $\Theta_1$  relativi ad una componente base contenente i valori medi e bassi e  $\Lambda_2$ ,  $\Theta_2$  relativi ad una componente straordinaria contenente i valori più elevati;
- $\eta$  è un parametro strettamente dipendente da  $\Lambda_1$ ,  $\Lambda_*$  e  $\Theta_*$ .

$1 - F_X(x)$  esprime la probabilità che  $X$  superi  $x$  e si abbia quindi un evento critico;

$T(x)=1/(1-F_X(x))$  è il periodo di ritorno calcolato per un valore  $x$  della variabile  $X$ , noto  $F_X(x)$

Nel seguito vengono riportate le stime dei parametri della distribuzione di probabilità ricavati a partire da dati pluviometrici e fisiografici caratteristici dei bacini presi in esami. Successivamente, sono illustrate le tecniche utilizzate per la valutazione dei diversi componenti del modello di trasformazione afflussi/deflussi preso a riferimento.

#### 4.1.3. Leggi di variazione dei coefficienti di crescita con il periodo di ritorno

##### PLUVIOMETRIA

##### ➤ PIOGGE GIORNALIERE

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della sottozona pluviometrica omogenea SZO previamente identificata, resta come detto univocamente determinata la relazione (1) fra periodo di ritorno  $T$  ed il valore del coefficiente di crescita  $K_T$ .

L'identificazione delle sottozone viene effettuata, in genere, facendo riferimento all'informazione idrologica più diffusamente disponibile sul territorio italiano, in termini di densità spaziale di stazioni di misura e di numerosità campionaria delle serie storiche.

I parametri ottenuti per le piogge giornaliere per la regione Campania (vedi Rapporto VAPI, 1994) sono riportati in tabella:

	$\Lambda_*$	$\Theta_*$	$\Lambda_1$	$\eta$
<b>PIOGGE</b>	0.360	2.136	41	4.9092

I parametri  $\Lambda_*$ ,  $\Theta_*$ ,  $\eta$  sono definiti direttamente nel Rapporto VAPI.

Il parametro  $\Lambda_1$  si ricava dall'espressione:

$$\eta = \ln \Lambda_1 + C - T_0$$

ove:

$C =$  costante di Eulero = 0.5772

$T_0 = -0.6136$

Più utile è la forma inversa della (1), per cui, fissato un valore di  $T$  del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita  $K_T$ .

Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito i valori di  $K_T$  ottenuti numericamente dalla (1) per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
<b><math>K_T</math> (piogge)</b>	0.87	1.16	1.38	1.64	1.72	1.92	2.03	2.36	2.71	3.17	3.53

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left( \frac{\theta_* \text{Ln} \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln} \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln} T \quad (2)$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV in Campania, diventa (vedi Rapporto VAPI, 1994):

$$K_T = 0.313 + 0.435 \text{Ln} T \quad (3)$$

che per valori del periodo di ritorno superiori a 50 anni l'errore nell'uso della (3) in luogo della (1) è sempre inferiore al 10%.

### ➤ PIOGGE BREVI

Solitamente si assume che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata soprattutto a causa del numero ridotto di serie storiche disponibili per tale analisi e della loro generalmente più piccola dimensione campionaria, che non ne permettono un'analisi sistematica come nel caso delle piogge giornaliere.

In Campania, il S.I.M.I. gestisce 44 stazioni pluviometriche con serie  $n \geq 10$  anni dei massimi annuali delle altezze di pioggia  $h_d = 1, 3, 6, 12$  e 24 ore consecutive, per un totale di 1452 anni-stazione ed una numerosità media di 33 anni, ma un'ampia variabilità campionaria. La consistenza di tale rete è, quindi, di gran lunga inferiore a quella pluviometrica; inoltre, le piccole dimensioni campionarie renderebbero inaffidabile le stime dei parametri statistici necessarie per l'analisi al primo e secondo livello di regionalizzazione.

Un test per la verifica dell'ipotesi che i parametri di forma e di scala dei massimi annuali delle piogge giornaliere siano validi anche per le  $h_d$  è stato effettuato confrontando la distribuzione osservata dai coefficienti di asimmetria  $C_s$  e di variazione  $C_v$  per le  $h_d$ , con quella campionaria teorica ottenuta con la simulazione MonteCarlo per 5000 serie sintetiche aventi assortimento di dimensioni simile a quello delle serie osservate.

Ca	Valori teorici campionari	Valori osservati				
		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Media	1.284	1.128	1.195	1.229	1.289	1.191
Varianza	0.539	0.622	0.683	0.743	0.757	0.699
Cv	Valori teorici campionari	Valori osservati				
		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Media	0.363	0.417	0.434	0.423	0.411	0.388
Varianza	0.006	0.015	0.023	0.023	0.020	0.014

## IDROMETRIA

### ➤ PORTATE Istantanee al Colmo di Piena

Al primo livello di regionalizzazione, si è mostrato che l'Italia Appenninica, incluso 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  $n \geq 35$  anni, per un totale di 1091 anni-stazione, ottenendo le seguenti stime dei parametri di forma della DPC:

$$\Theta^* = 2.634 \quad \Lambda^* = 0.350$$

a cui corrispondono:

$$\gamma_1 = 2.32 \quad \beta = 16.0$$

mentre la probabilità  $p_2$  che il massimo annuale delle portate al colmo possa provenire dalla componente straordinaria è  $p_2 = 0.261$

I parametri ottenuti per le portate istantanee per la regione Campania (vedi Rapporto VAPI, 1994) sono riportati in tabella:

	$\Lambda^*$	$\Theta^*$	$\Lambda_1$	$\eta$
<b>PORTATA</b>	0.350	2.634	13	3.901

I parametri  $\Lambda^*$ ,  $\Theta^*$ ,  $\eta$ ,  $\Lambda_1$  sono definiti direttamente nel Rapporto VAPI.

Si riportano di seguito i valori di  $K_T$  ottenuti numericamente dalla (1) per alcuni valori del tempo di ritorno:

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
<b><math>K_T</math> (portate)</b>	0.87	1.29	1.63	2.03	2.17	2.47	2.61	3.07	3.53	4.15	4.52

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo (vedi Rapporto VAPI, 1994):

$$K_T = -0.05456 + 0.6803 \ln T \quad (4)$$

Sostituendo invece i 4 parametri  $\Lambda^*$ ,  $\Theta^*$ ,  $\Lambda_1$ ,  $\eta$  nella equazione (2) si ha:

$$K_T = -0.0421 + 0.6803 \ln T \quad (4 \text{ bis})$$

#### 4.1.4. Stima del valor medio

##### LEGGI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICHE

###### ➤ PIOGGE PUNTUALI

Le leggi di probabilità pluviometrica definiscono come varia la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia su una fissata durata  $d$ ,  $\mu(h(d))$ , 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:

$$m[I(d)] = \frac{m(I_0)}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^\beta} \quad (5)$$

in cui  $d$  e  $d_c$  vanno espressi in ore,  $m(I_0)$  e  $m(I(d))$  in mm/ore e vale:

$$\beta = C - D \cdot Z \quad (6)$$

I parametri della (5) e (6) sono costanti all'interno di singole aree pluviometriche omogenee, e variano nel passare da una all'altra.

Area omogenea	n. staz.	$\mu(h_0)$	$d_c$	C	D x 10 <sup>5</sup>	$\rho^2$
		[mm/h]	[h]			
<b>1</b>	<b>14</b>	<b>77.1</b>	<b>0.3661</b>	<b>0.7995</b>	<b>3.6077</b>	<b>0.9994</b>
2	12	83.8	0.3312	0.7031	7.7381	0.9991
3	5	117.0	0.0976	0.7360	8.7300	0.9980
4	3	78.6	0.3846	0.8100	24.874	0.9930
5	6	232.0	0.0508	0.8351	10.800	0.9993
6	4	87.9	0.2205	0.7265	8.8476	0.9969

La valutazione della intensità di pioggia media sull'intero bacino (pioggia media areale) viene effettuata moltiplicando la (5) per il fattore di riduzione areale  $K_A$ :

$$K_A(d) = 1 - \left(1 - e^{(-c_1 A)} e^{-c_2 d^{c_3}}\right)$$

dove:

A = area del bacino [kmq]

$c_1 = 0.0021$

$c_2 = 0.53$

$c_3 = 0.25$

### PIENA MEDIA ANNUA

#### ➤ PORTATA AL COLMO DI PIENA ISTANTANEA

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).

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.

#### a) **Regressione empirica:**

L'approccio empirico fa ricorso in genere a un legame di regressione di tipo logaritmico corrispondente all'espressione monomia:

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

con:

$A_{rid}$  = area del bacino ridotta della parte carbonatica con copertura boschiva

$a = 3.2160$

$b = 0.7154$

#### b) **Modelli concettuali:**

Per l'applicazione di questi modelli l'area interessata è stata suddivisa in tre tipologie idrogeomorfologiche:

- A1 superficie carbonatica del bacino non coperta da bosco;
- A2 superficie non carbonatica del bacino;
- A3 superficie carbonatica del bacino con copertura boschiva;

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

### FORMULA RAZIONALE

La formula razionale esprime il concetto che la portata di piena sia una frazione della massima intensità di afflusso meteorico caduta in una durata pari ad un tempo caratteristico del bacino. Essa può essere interpretata anche in senso probabilistico secondo la seguente formula:

$$\mu(Q) = \frac{C^* \cdot K_A(t_r) \cdot \mu[I(t_r)] \cdot A}{3.6}$$

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

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

$$t_r = \frac{C_1^* A_1}{C^* A} \frac{1.25 \sqrt{A_1}}{3.6 c_1} + \frac{C_2^* A_2}{C^* A} \frac{1.25 \sqrt{A_2}}{3.6 c_2}$$

con:

$$C_1^* = 0.29$$

$$C_2^* = 0.36$$

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

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

### 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:

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

con:

$S(d^*)$  = coefficiente di attenuazione di piena

$$C_f = C_{f1} \frac{A_1}{A} + C_{f2} \frac{A_2}{A} = \text{coefficiente di afflusso di piena}$$

$$t_r = \frac{C_{f1} A_1}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_1}}{3.6 c_1} + \frac{C_{f2} A_2}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_2}}{3.6 c_2} = \text{tempo di ritardo}$$

in cui:

$$C_{f1} = 0.42$$

$$C_{f2} = 0.56$$

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

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

## 5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE

Lo studio idrologico parte integrante degli elaborati prodotti per una nuova proposta di tracciato ferroviario, nella fase di progettazione preliminare, è finalizzato alla determinazione delle portate dei corsi d'acqua che costituiscono il reticolo idrografico interferito dalla nuova linea ferroviaria.

L'alternativa nr.1 di tracciato plano-altimetrico, come precedentemente esposto, non interferisce con alcun corso d'acqua con deflusso stabile, aste con carattere torrentizio oppure canali irrigui.

Lo studio idrologico svolto costituisce anche una base di partenza per lo studio idraulico che sarà svolto nella successiva fase progettuale, per il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalla piattaforma ferroviaria.

Per la determinazione delle portate dei corsi d'acqua interferenti con la nuova linea ferroviaria, si sono determinate prima di tutto le superfici  $S$  ( $\text{km}^2$ ) dei bacini contribuenti il deflusso per le sezioni di chiusura che è necessario verificare.

Evidenziato poi il tracciato dei diversi corpi idrici, si è fissata una quota media del bacino  $Z$  (m s.l.m.), necessaria per l'applicazione dei modelli concettuali, ponderata rispetto alla pendenza del corso d'acqua.

Infine, per ogni bacino o sottobacino, si è considerato per praticità di applicazione il tempo di corrivazione  $t_c$  pari al tempo di ritardo  $t_r$  e si è supposto cautelativamente che, data la mancanza di informazioni geomorfologiche dettagliate, tutte le aree possano considerarsi come impermeabili.

I bacini considerati sono stati identificati con un numero  $e$ , per ciascuno di essi, è stata individuata la progressiva ferroviaria di progetto in corrispondenza del punto di attraversamento. Inoltre, sulla base della cartografia di base sono state determinate le rispettive caratteristiche morfologiche qui di seguito indicate:

- $S$  ( $\text{km}^2$ ) = bacino imbrifero con una superficie chiusa in corrispondenza della linea ferroviaria, sulla linea di attraversamento, con indicazione dell'area omogenea di appartenenza (da A1 ad A6);
- $Z$  (m s.l.m.) = quota media del bacino;
- $p$  (-) = pendenza media del corso d'acqua nei pressi della linea.

Sono state quindi applicate tutte e tre le formule proposte dal VAPI (vedi paragrafo 4.1.4) e si è considerato come portata indice  $\mu(Q)$  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, si è ottenuta la portata di piena  $Q_T$  in funzione dei diversi tempi di ritorno:

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

Si riportano di seguito i risultati del calcolo

**1') Fosso Carmignano - pk 2+770 - p=0.1%**

S = 4.6 kmq (A1)

Z = 100 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
tr (ore) =	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
$\mu(Q)$ =	11.77	11.77	11.77	11.77	11.77
Q (m <sup>3</sup> /s) =	23.31	26.60	30.02	34.27	37.38

**1) Vallone Votta - pk 7+316 - p=2.3%**

S = 2.83 kmq (A1)

Z = 250 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83
tr (ore) =	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
$\mu(Q)$ =	13.49	13.49	13.49	13.49	13.49
Q (m <sup>3</sup> /s) =	35.22	41.42	47.63	51.47	56.00

**2) Rio Secco - pk 8+729 - p=3.1%**

S = 8.31 kmq (A1)

Z = 270 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31
tr (ore) =	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
$\mu(Q)$ =	31.45	31.45	31.45	31.45	31.45
Q (m <sup>3</sup> /s) =	82.08	96.55	111.02	119.97	130.52

**3) Valle Boschina - pk 10+432 - p=8%**

S = 1.54 kmq (A1)

Z = 190 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54
tr (ore) =	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
$\mu(Q)$ =	8.13	8.13	8.13	8.13	8.13
Q (m <sup>3</sup> /s) =	21.23	24.97	28.72	31.03	33.76

**4) Fiume Isclero – pk 12+749 – p=0.2%**

S = 188.97 kmq (A1)

Z = 185 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	188.97	188.97	188.97	188.97	188.97
tr (ore) =	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55
$\mu(Q)$ =	233.87	233.87	233.87	233.87	233.87
Q (m <sup>3</sup> /s) =	610.40	717.98	825.56	892.11	970.56

**5) Fiume S. Giorgio – pk 14+839 – p=0.65%**

S = 23.33 kmq (A6)

Z = 295 m. s.l.m.

	Tr = 50	Tr = 100	Tr = 200	Tr = 300	Tr = 500
S (kmq) =	23.33	23.33	23.33	23.33	23.33
tr (ore) =	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
$\mu(Q)$ =	63.93	63.93	63.93	63.93	63.93
Q (m <sup>3</sup> /s) =	166.85	196.26	225.67	243.86	265.30

## 6. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

Le analisi effettuate nello studio idrologico-idraulico nonché le considerazioni svolte nei paragrafi precedenti, descrivono le caratteristiche idrologiche e morfologiche delle aree in esame e consentono di poter affermare che il tracciato plano-altimetrico della linea ferroviaria in progetto possa essere considerato compatibile con le Norme di Attuazione del PAI predisposto dalla *Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania* e dell'*Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno*.

### 6.1. Carte di rischio idraulico e pericolosità idraulica

Dall'esame della "*Carta del rischio idraulico*" **RI431130**, documento facente parte del "*Piano Stralcio dell'assetto idrogeologico*" emesso dall'*Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania*, si desume che la proposta di tracciato plano-altimetrico nella zona dello Shunt non interferisce con alcuna area di rischio idraulico. Nel tratto a monte della galleria Monte Aglio in prossimità del Canale Carmignano il tracciato attraversa una zona codificata come R4 e R3, cioè rischio moderato e rischio medio. Tale classificazione è dovuta verosimilmente al tratto tombinato sotto l'abitato di Maddaloni di scarsa capacità di deflusso e/o di difficile accesso, attraverso le caditoie stradali.

Inoltre anche dalla "*Carta pericolosità per fenomeni di allagamento e da esondazione*" emessa dal medesimo Ente, non risultano interferenze tra le infrastrutture ferroviarie in progetto nella zona dello Shunt e le aree indicate con pericolosità idraulica. L'area nel tratto a monte della Galleria Monte Aglio viene caratterizzata come  $P_b$ , cioè "area a suscettibilità bassa di invasione per fenomeni diffusi di trasporto liquido e trasporto solido da alluvionamento di prevalente composizione sabbiosa-limosa".

Di conseguenza il tracciato non interferisce con le aree di esondazione o con le aree a rischio elevato perimetrate dal PAI. Inoltre essendo previsti viadotti e tombini di trasparenza le infrastrutture sono tali da poter essere considerate trasparenti a qualsiasi fenomeno di esondazione oppure ristagno non considerati dalla documentazione attualmente disponibile.

In conclusione, le opere di attraversamento previste sostanzialmente non modificano lo stato dei luoghi, non influenzano equilibri esistenti e non aumentano l'attuale livello del rischio idraulico per cui, fatti salvi suggerimenti integrativi eventualmente proposti dalle Autorità di Bacino, si ritiene che le stesse possano essere considerate compatibili con le norme di cui al PAI e quindi con la configurazione attuale dei luoghi e con le caratteristiche di drenaggio esistenti nell'area.

## 6.2. Criteri per la regolamentazione delle fasce fluviali

Il Piano Stralcio di Difesa delle Alluvioni del Bacino *Volturno*, emesso dall'*Autorità di Bacino dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno*, considera la regolamentazione d'uso delle aree inondabili come un mezzo essenziale di prevenzione dai possibili danni generati da interventi antropici per garantire condizioni accettabili di rischio.

Le prescrizioni e i vincoli territoriali sono differenziati per le diverse fasce fluviali: la fascia di pertinenza idraulica, cioè la fascia prettamente idraulica, è stata allargata rispetto all'alveo di piena ordinaria previsto dalla vecchia normativa, salvaguardando le fasce di rispetto delle piane golenali.

La Fascia **A**, quindi, viene definita come l'alveo di piena e assicura il libero deflusso della piena standard, di norma assunta a base del dimensionamento delle opere di difesa. Secondo il Piano Stralcio di Difesa delle Alluvioni si è assunta come piena standard quella corrispondente ad un periodo di ritorno pari a 100 anni.

Si è comunque voluto escludere dall'alveo di piena (fascia A) le aree in cui i tiranti idrici siano modesti, in particolare inferiore ad 1 m, garantendo nel contempo che l'alveo di piena sia capace di trasportare almeno l'80% della piena standard. In altri termini, se ai limiti dell'alveo di piena si costruisse un sistema di arginature, con franco adeguato, sarebbe assicurato il libero deflusso della piena standard con un sovrizzo del pelo libero moderato rispetto al livello di pelo libero nella situazione attuale, e tale da non aumentare significativamente i danni nell'ipotesi di collasso dell'argine.

La seconda fascia, Fascia **B**, comprende le aree inondabili dalla piena standard, eventualmente contenenti al loro interno sottofasce inondabili con periodo di ritorno  $T < 100$  anni. In particolare sono state considerate tre sottofasce:

- la sottofascia B1 è quella compresa tra l'alveo di piena e la linea più esterna tra la congiungente l'altezza idrica  $h=30$  cm delle piene con periodo di ritorno  $T=30$  anni e altezza idrica  $h=90$  cm delle piene con periodo di ritorno  $T=100$  anni;
- la sottofascia B2 è quella compresa fra il limite della Fascia B1 e quello dell'altezza idrica  $h=30$  cm delle piene con periodo di ritorno  $T=100$  anni;
- la sottofascia B3 è quella compresa fra il limite della Fascia B2 e quello delle piene con periodo di ritorno  $T=100$  anni.

In tale fascia dovranno essere prese adeguate misure di salvaguardia per le aree che producono un significativo effetto di laminazione (volume di invaso non trascurabile, al di sopra della sezione di uscita dei deflussi di piena). La fascia B limita quindi nuovi insediamenti e assume un carattere di fascia fluviale di carattere naturalistico.

La Fascia inondabile della piena eccezionale, Fascia **C**, è quella interessata dalla piena relativa a  $T = 300$  anni o dalla piena storica nettamente superiore alla piena di progetto.



Nella Planimetria delle aree a rischio idraulico secondo le due Autorità di Bacino sopra richiamate (elab. IF32-01-R-11-C3-ID00-0-2-001) sono individuate le fasce fluviali in corrispondenza della zona di nuovo intervento per il tracciato Canello - Frasso Telesino e le aree a rischio idraulico nella zona del Carmignano.

Dall'esame dei vari documenti risulta che nell'area oggetto degli interventi infrastrutturali, le sistemazioni idrauliche previste non ricadono in zone considerate a rischio.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Rossi F., Villani P. (a cura di), *Valutazione delle piene in Campania*, C.N.R. – Gruppo Nazionale per la difesa delle catastrofi idrogeologiche, Linea 1 – Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo, Unità Operativa 1.9 – Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Salerno, Salerno, dicembre 1994;
- Rossi F., Villani P. (a cura di), *Valutazione delle piene in Campania - Allegato: Tabelle pluviometriche e idrometriche*, C.N.R. – Gruppo Nazionale per la difesa delle catastrofi idrogeologiche, Linea 1 – Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo, Unità Operativa 1.9 – Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Salerno, Salerno, dicembre 1994;
- *Piano Stralcio di Difesa delle Alluvioni del Bacino Volturno (P.S.D.A.) – Relazione generale*, Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, settembre '99;
- *Norme di attuazione del Progetto di Variante al P.S.D.A.- Basso Volturno da Capua alla foce*, Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, 25 febbraio 2003;
- Hall M. J., *Urban Hydrology*, Elsevier, London, 1984;
- Calomino e Veltri (a cura di), *Orientamenti attuali di idrologia urbana*, Bios, Cosenza, 1988;
- Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977;
- Ministero LL.PP., *Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani*, Pubblicazione n°17, Roma, 1980;
- Penta A., Rossi F., Silvani G., Veltri M., Versace P., *Un modello stocastico per l'analisi delle massime piogge giornaliere in presenza di grandi nubifragi*, Atti XVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Palermo, 1980;
- Penta A., Silvani G., Versace P., *Analisi regionale dei massimi annuali delle portate al colmo di piena, Incontro di studio su: Estremi ideologici e modelli di previsione*, Perugia, 1978;
- Rossi F., Fiorentino M., Versavice P., *Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis*, Water Resources Research, Vol. 20, n°7, 1984;
- Villani P., *La valutazione della piena annua media*, Atti dell'Istituto di Ingegneria Civile, Università di Salerno, n°108, 1990;
- Viparelli C., *Ricostruzione dell'idrogramma di piena*, L'Energia Elettrica, 6, 421-428, 1963;
- Watt W.E. and Chow C.A., *A general expression for the basin lag time*, Canadian Journal of Civil Engineering, 12, 294-300, 1985;
- Caivano A. M., *Rischio idraulico e idrogeologico*, EPC Libri, 2003