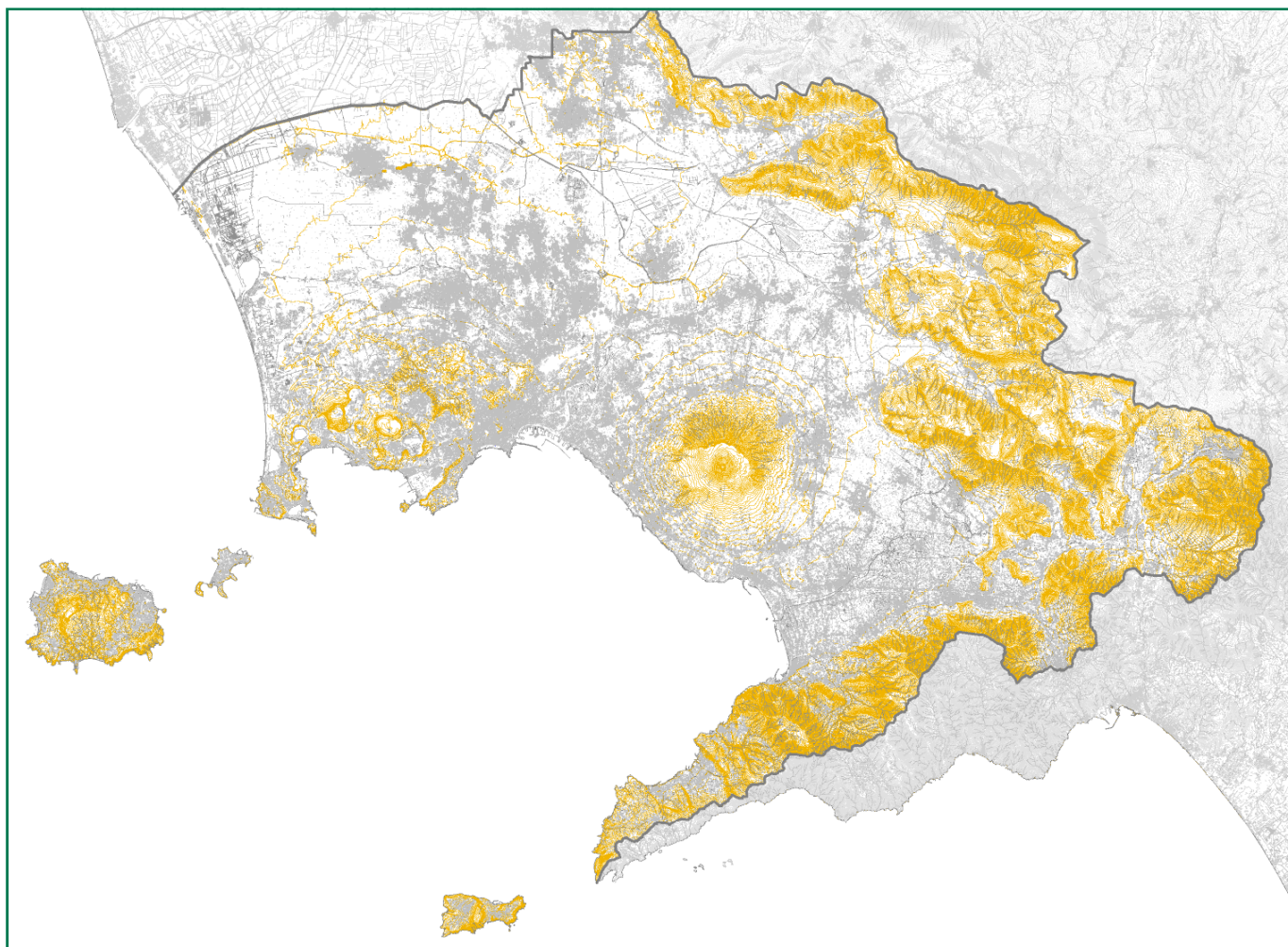


PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO



GRUPPO DI PROGETTO

R.U.P.
arch. Marina Scala

ASPETTI GEOLOGICI
geol. Federico Baistrocchi
geol. Stefania Coraggio
geol. Antonella Guerriero
geol. Paolo Mirra

ASPETTI IDRAULICI
ing. Massimo Della Gatta
ing. Luigi Fariello
ing. Luigi Iodice

ASPETTI TERRITORIALI
arch. Marina La Greca
arch. Ornella Piscopo
arch. Mauro Vincenti

COORDINATORE
arch. Paolo Tolentino

SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE
dr. Alberto Albano
geom. Antonino Paroli

ASPETTI AMMINISTRATIVI
sig. Oreste Alfano
geom. Ciro Papa
geom. Luigi Beracci
sig.ra Felicetta Napolitano
sig.ra Giuseppina Terracciano

SUPPORTO TECNICO - GIURIDICO G.R.C.
ing. Mauro Biafore (D.G. - LL. PP. e Protezione Civile)
dr. Orlando Battipaglia (U.O.D. - S.I.T.)
ing. Vincenzo Parità (U.O.D. - S.I.T.)
avv. Angelo Marzocchella (Uff. Spec. Advocatura)

II SEGRETARIO GENERALE
avv. Luigi Stefano Sorvino

LE DUE AUTORITÀ DI BACINO - Differenze territoriali	3
1 Premessa	4
2 Differenze territoriali	4
RELAZIONE IDRAULICA - Autorità di Bacino Della Campania Nord Occidentale	6
3 Generalità	7
4 Aspetti geomorfologici del reticolo idrografico	8
5 Studio idraulico delle aste montane	8
6 Studio idraulico delle aste vallive	9
6.1 Modello geometrico del corso d'acqua.....	9
6.1.1 <i>Cartografia di base</i>	9
6.1.2 <i>Rilievi topografici</i>	10
6.1.3 <i>Approfondimento lungo il Lago Santo Spirito e suoi affluenti</i>	15
6.2 Modelli idraulici per il tracciamento dei profili di corrente.....	15
6.3 Determinazione delle aree allagabili	16
6.3.1 <i>Caratterizzazione delle aree allagabili</i>	16
6.3.2 <i>Analisi dei risultati - studio PAI 2002</i>	18
6.3.3 <i>Approfondimento PAI 2010</i>	21
7 Le problematiche idrauliche dell'asta valliva dei regi laghi	23
RELAZIONE IDRAULICA - Autorità di Bacino del Sarno	24
8 Generalità	25
8.1 Lo studio idraulico dei corsi d'acqua di interesse	26
9 Studio idraulico delle aste fluviali montane	28
9.1 Tracciamento delle scale di deflusso e mappatura delle aree inondabili.....	38
10 Studio idraulico delle aste fluviali vallive	39
10.1 Caratterizzazione geometrica del corso d'acqua e delle aree ad esso limitrofe	39
10.1.1 <i>Cartografia di base</i>	39
10.1.2 <i>Criteri per l'identificazione e la localizzazione delle sezioni trasversali</i>	40
10.1.3 <i>Risultati della campagna di rilievi topografici</i>	40
10.2 Risultati dell'attività di raccolta dei dati storici di allagamento	40

10.3	Calcolo della officiosità idraulica delle sezioni	40
10.4	Tracciamento di profili di corrente in moto permanente e mappatura delle aree inondabili	42
10.5	Definizione dei volumi di esondazione e mappatura delle aree inondabili nella piana dell'Agro-Nocerino-Sarnese	43
10.5.1	<i>Calcolo dei volumi di esondazione</i>	43
10.5.2	<i>Mappatura delle aree inondabili</i>	48
10.6	Definizione delle fasce fluviali.....	48
10.6.1	<i>Le fasce di pertinenza fluviale</i>	49
10.7	Analisi dei risultati dello studio idraulico sulle aste fluviali vallive	50
10.8	Confronto dei risultati ottenuti con il metodo di bilanciamento dei volumi di esondazione e il modello idraulico in moto vario.....	56
11	Aggiornamento dello studio idraulico (luglio 2011).....	58
	IL PROCESSO DI OMOGENEIZZAZIONE - Conclusioni.....	79
12	Premessa	80
12.1	<i>I fenomeni idraulici studiati: sintesi e confronto</i>	<i>81</i>
12.2	<i>Gli scenari di pericolosità idraulica: sintesi e confronto.....</i>	<i>82</i>
13	Il percorso di omogeneizzazione dei due Piani.....	84
13.1	<i>I fenomeni idraulici studiati: criteri di omogeneizzazione.....</i>	<i>85</i>
13.2	<i>Gli scenari di pericolosità idraulica: criteri di omogeneizzazione</i>	<i>87</i>
14	Gli scenari di rischio idraulico: la vulnerabilità topografica	89

APPENDICI:

APPENDICE 1	TABELLE riepilogative dei risultati degli Studi AdB Campania Nord Occidentale
APPENDICE 2	studio di dettaglio del Lago Spirito Santo e suoi affluenti (PAI 2010)
APPENDICE 3	Nota sul canale Regi Lagni (PAI 2002)
APPENDICE 4	Risultati degli Studi AdB Sarno

LE DUE AUTORITÀ DI BACINO - Differenze territoriali

1 PREMESSA

Il processo di aggiornamento ed omogeneizzazione dei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del territorio dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale vede la sua nascita contestualmente alla redazione delle mappe di pericolosità e rischio di alluvione di cui al D.Lgs. 49/2010.

Quest'ultimo decreto legislativo ha generato l'esigenza in ambito comunitario, e quindi nazionale, di omogeneizzare le pericolosità idrauliche individuate dalle varie Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, di cui alla L. n. 183/89, in seno ai molteplici PSAI da ognuna di esse redatti; ciò ha consentito, allo Stato Italiano e, in particolare, al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, attraverso la concertazione avvenuta nel corso di una serie di incontri tecnici con i vari soggetti istituzionali aventi competenze in materia di difesa del suolo (Autorità di Bacino, Regioni, ecc.), di definire una classificazione unica della pericolosità da alluvione, a partire dalle mappe di pericolosità idraulica e/o dalle fasce fluviali perimetrate dalle Autorità di Bacino coinvolte.

Attesa quindi l'acquisizione dei criteri per l'omogeneizzazione della pericolosità da alluvione a livello nazionale, non si è ritenuto opportuno definire una ulteriore metodologia per tale finalità a scala del nuovo bacino (territorio della AdB Campania Centrale). Assunte quindi le modalità di trasformazione delle classi di pericolosità (lato ex Nord-Occidentale) e delle fasce fluviali (lato ex Sarno) si è provveduto ad omogeneizzare i due PSAI in coerenza con quanto elaborato in sede di redazione delle mappe del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

Un criterio diverso è stato adottato per la redazione delle mappe di rischio, in quanto i differenti obiettivi che i due citati Piani (PSAI e PGRA) attendono hanno suggerito l'utilizzo di specifiche matrici di trasferimento dalla pericolosità al rischio attraverso il valore esposto.

Và rappresentato che il processo di omogeneizzazione ed aggiornamento non ha comportato nuovi rilievi sul territorio (rilievi che, per alcuni alvei, risalgono anche al 2002), né è stata aggiornata la cartografia di base su cui vengono determinate le pericolosità ed il rischio (la cartografia cui si fa riferimento è sempre la CTR 2004). Gli aggiornamenti in termini di pericolosità idraulica sono stati esclusivamente quelli redatti da amministrazioni esterne ed approvate da questa Autorità quale utile contributo all'aggiornamento del PSAI.

2 DIFFERENZE TERRITORIALI

Come è noto, dal confronto dei PSAI delle AdB del Sarno e della Campania Nord Occidentale emerge che sono molteplici le differenze tra i due Piani che non riguardano solo le diverse metodologie di studio adottate nella loro redazione ma piuttosto le originarie scelte operate al momento della definizione di tali Piani, le quali sono state inizialmente condizionate dalle peculiarità territoriali che i due bacini idrografici in questione presentano.

Riguardo all'areale dell'AdB della Campania Nord Occidentale la particolarità principale è che esso presenta la sua più spinta urbanizzazione laddove il "rischio di inondazione" è meno presente; evenienza questa che comporta, ad esempio, per il comune di Napoli e la relativa cinta di comuni limitrofi, la quasi assenza di rischio idraulico causa l'assenza di canali; questa situazione vantaggiosa per la città è da legare inoltre alla stessa connotazione morfologica di Napoli, che la vede contornata da colline (Posillipo, Camaldoli, San Martino, Colli Aminei, Chiaiano) che separano idraulicamente la città dall'entroterra napoletano, svincolandola così dalle maggiori situazioni di rischio.

Il rischio, sul restante territorio dell'ex AdB Nord-Occidentale è, invece, presente nelle aree subito a valle dei tratti pedemontani, laddove il reticolo idrografico (privo di naturalità) risulta spesso incapace di smaltire i contributi dei tratti di monte. L'attuale assetto idraulico di tale territorio discende quasi interamente dagli interventi di regimazione idraulica avviati dai Borbone a partire dal 1600 mediante la realizzazione dei Regi Lagni, concepiti quale opera di bonifica di terreni paludosi per effetto dell'apporto delle acque alte provenienti dal monte Somma dai monti del Casertano, di Avella e dai Tifatini.

Inoltre, interventi di sistemazione idraulica più recenti, risalenti agli anni '70, hanno determinato la cementazione del fondo e delle pareti dell'asta valliva dei Regi Lagni, ed incrementato la sua capacità idrovetrice, modificando così la funzione dell'originaria opera di bonifica divenuta progressivamente il recapito del sistema fognario e depurativo di gran parte del territorio dell'ex AdB Nord-Occidentale (cfr. progetto PS3, della Cassa per il Mezzogiorno).

Diversamente, il territorio dell'ex AdB Sarno seppur caratterizzato dalla presenza di diffuse e significative opere di collettamento e regimazione idraulica conserva lungo gran parte dell'alta valle del fiume Sarno e del torrente Solofrana (e relativi affluenti) un buon carattere di naturalità. Le principali criticità idrauliche del sistema si concentrano, invece, nella parte valliva dei corsi d'acqua laddove si sviluppano le aree maggiormente urbanizzate; in tali tratti, anche a causa degli interventi di regimazione e nuova inalveazione che hanno ampliato nel tempo le aree contribuenti al deflusso di piena (cfr. sistemazione della bassa valle del torrente Solofrana, del torrente Cavaiola e realizzazione dell'Alveo Comune Nocerino), si determinano, a causa dell'insufficienza idraulica del reticolo, le principali situazioni di rischio.

Questa così diffusa e densa urbanizzazione che differenzia la valle dal Sarno da quella dei Regi Lagni ha richiesto, pertanto, un differente approccio alle problematiche del corso d'acqua basato su una più approfondita conoscenza del funzionamento idrologico-idraulico dell'intero sistema drenante. Va inoltre ricordato che molteplici aree del suo bacino, sia in sinistra che in destra idraulica, recapitano in vasche di assorbimento, le quali, fungendo da sconnessioni idrauliche, nonché da dispositivi di laminazione, sottraggono ulteriori portate ai corsi d'acqua vallivi che diversamente vi confluirebbero.

Dette differenze territoriali hanno comportato, nella redazione dei rispettivi PSAI, differenti scelte metodologiche per la restituzione degli scenari di pericolosità idraulica.

Nel territorio dell'ex Autorità Nord-Occidentale, attesa la notevole connotazione artificiale del reticolo idrografico (tanto dei Regi Lagni quanto degli altri sottobacini di riferimento), l'approccio adottato ha consentito di definire la pericolosità idraulica a partire dalla stima delle aree interessate da esondazione correlandola alle sole caratteristiche idrodinamiche del fenomeno. Di contro, per il territorio dell'ex AdB Sarno, che nel complesso ha conservato la morfologia fluviale dei propri corsi d'acqua, la definizione della pericolosità idraulica è stata ottenuta studiando i fenomeni di esondazione in termini di fasce fluviali; anche al fine di salvaguardare, tra l'altro, quegli aspetti idromorfologici di pregio propri del bacino.

Nei capitoli che seguono sono riportate le relazioni idrauliche relative ai bacini idrografici delle due Ex Autorità di bacino della Campania Nord Occidentale e del Sarno.

RELAZIONE IDRAULICA - Autorità di Bacino Della Campania Nord Occidentale

3 GENERALITÀ

Nell'ambito delle attività svolte per la redazione, aggiornamento ed omogeneizzazione del PSAI, gli studi idraulici svolti sono stati sempre finalizzati sia alla valutazione delle capacità di convogliamento dei diversi tratti d'alveo investigati, sia alla individuazione della estensione delle aree di allagamento, lungo i tratti soggetti ad esondazione.

La modellazione idraulica dei fenomeni di propagazione delle piene in alveo è stata effettuata talvolta con riferimento ad uno schema di moto permanente monodimensionale, altre volte a modelli idraulici bidimensionali; in ogni caso, per valori delle portate corrispondenti ai periodi di ritorno $T = 20, 100$ e 300 anni.

Nelle aree soggette ad allagamenti i calcoli idraulici sono stati condotti con differenti criteri a seconda delle caratteristiche morfologiche degli alvei e dell'entità dei fenomeni di allagamento (volume di acqua che può fuoriuscire dall'alveo), in alcuni casi utilizzando modelli semplificati basati sulla valutazione della distribuzione statica dei volumi esondati e sul criterio della conservazione del carico idraulico nelle sezioni di esondazione, in altri ancora acquisendo i risultati ottenuti da più sofisticati modelli bidimensionali di calcolo (è il caso delle riperimetrazioni approvate dall'ultimo aggiornamento del PSAI ad oggi).

La seguente relazione nasce, inoltre, con l'intento di fornire apposite linee guida ai tecnici che intendono eseguire studi di compatibilità idraulica sul territorio di competenza dell'ex Autorità di Bacino Regionale della Campania Nord Occidentale, oggi appartenenti ai territori dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale.

4 ASPETTI GEOMORFOLOGICI DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Gli alvei ricadenti nel bacino dell'ex Autorità di Bacino Regionale della Campania Nord Occidentale possono fondamentalmente raggrupparsi nelle tre seguenti tipologie di alvei:

- Alvei scoperti (naturali o artificiali);
- Alvei tombati;
- Alvei strada.

lungo i principali corsi d'acqua, nello studio originario, che ha dato vita al Piano stralcio (anno 2002), le aste fluviali sono state ulteriormente suddivise in:

- Aste vallive;
- Aste montane;

per tali due tipologie di aste, nei paragrafi che seguono vengono illustrate le metodologie di studio impiegate all'epoca per definire le caratteristiche idrodinamiche delle correnti idriche di progetto nonché le eventuali aree di inondazione.

5 STUDIO IDRAULICO DELLE ASTE MONTANE

Per le *aste montane* e' stato utilizzato un approccio idraulico di tipo semplificato; in particolare:

- sono stati effettuati rilievi speditivi lungo le aste di interesse, ponendo particolare attenzione alla individuazione di tutti gli attraversamenti, tombini e tratti tombati, ed evidenziando inoltre le aste che terminano in alvei strada;
- sono state valutate, per le diverse aste, le pendenze longitudinali attraverso il tracciamento del profilo di fondo rilevato in situ;
- è stato stimato l'ordine di grandezza dei parametri di conducibilità idraulica da attribuire alle diverse sezioni;
- sono state tracciate, per tutte le sezioni rilevate, le scale di deflusso in condizioni di moto uniforme e di stato critico, utilizzando per le condizioni di moto uniforme la formula di Gauckler e Strickler:

$$Q = K \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (1)$$

dove:

- Q è la portata;
- K è il coefficiente di scabrezza posto pari a 50 m/s^{1/3} per i tratti d'alveo canalizzati e pari a 30 m/s^{1/3} per quelli naturali;
- A è l'area della sezione bagnata;
- R è il raggio idraulico pari al rapporto tra area della sezione bagnata e perimetro bagnato;
- i è la pendenza di fondo dell'alveo.

Per le condizioni di stato critico, invece, si è invece utilizzata la nota relazione:

$$\frac{Q^2}{g \cdot A^3} \cdot \frac{dA}{dh} = \frac{Q^2}{g \cdot A^3} \cdot B = 1 \quad (2)$$

dove:

- Q è la portata (stimata per T=20, 100 e 300 anni);
- A è la sezione idrica;
- B è la larghezza della sezione idrica in corrispondenza del pelo libero.

Sulla base delle calcolazioni effettuate è stata verificata la capacità di deflusso delle aste incise, evidenziando i tratti di insufficienza idraulica (tipicamente corrispondenti con quelli dove si verifica una brusca riduzione di pendenza ovvero dove sono presenti “ostacoli” di varia natura).

In presenza delle zone di alluvionamento poste al piede dei valloni montani (conoidi), le aree soggette ad allagamento sono state determinate esclusivamente su base geomorfologia.

In corrispondenza dei punti di crisi idraulica localizzata (restringimenti, ostruzioni, ponticelli, ecc.), si ritenne opportuno procedere solo alla segnalazione del *punto critico*, rimandando agli studi di dettaglio successivi le relative verifiche idrauliche.

6 STUDIO IDRAULICO DELLE ASTE VALLIVE

Lo studio idraulico delle aste fluviali vallive e' stato articolato essenzialmente in due fasi:

- definizione della geometria del corso d'acqua;
- applicazione dei modelli idraulici, con riferimento alle portate stimate dallo studio idrologico per T= 20, 100 e 300 anni.

6.1 Modello geometrico del corso d'acqua

6.1.1 Cartografia di base

La ricostruzione della geometria dei corsi d'acqua e delle aree limitrofe è stata effettuata sia attraverso l'utilizzo di cartografia di base già esistente, sia attraverso una campagna di rilievi topografici.

La cartografia di base utilizzata nella prima stesura del PAI per definire la topografia delle aree oggetto dello studio, è rappresentata da:

- Rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:5000 eseguito nel 1998 dalla Regione Campania – Settore Difesa Suolo dopo l'alluvione di Sarno e Quindici (formato vettoriale);
- Rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:5000 eseguito nel 2000 dalla Provincia di Napoli (formato raster);
- Cartografia fornita dai Comuni in formato vettoriale alla scala 1:1.000, 1:2.000, o 1:5.000, realizzata tra il 1990 ed il 1999;
- Cartografia alla scala 1:25.000 costituita dalle tavolette dell'Istituto Geografico Militare (IGM).

Tale cartografia fù omogeneizzata provvedendo ad uniformare le zone di confine tra Comuni diversi e tra i diversi formati disponibili.

Come anticipato, alle informazioni riportate nella su citata cartografia sono stati aggiunti, inoltre, i dati provenienti, da un'apposita campagna di rilievi effettuati, per gli alvei in quella sede studiati, le cui caratteristiche principali vengono illustrate nel paragrafo seguente.

Durante la campagna di indagini e rilievi eseguiti in quella fase, particolare cura è stata richiesta nel rilievo di sottopassi, ponti, alvei strada e per ogni singolarità che potesse risultare importante ai fini della determinazione della pericolosità.

Gli studi successivi, redatti per l'aggiornamento del PAI (anno 2010), hanno visto invece l'impiego, per la restituzione cartografica dell'intero PAI aggiornato, del più recente:

- Rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:5000 eseguito nel 2004 dalla Regione Campania.

6.1.2 Rilievi topografici

I rilievi topografici, eseguiti per la stesura originaria del PSAI, hanno interessato tutti i tratti principali e secondari dei reticoli idrografici ricadenti nell'area dell'ex Bacino nord occidentale della Campania, con specifico riferimento alle aste fluviali già considerate a rischio nel precedente Piano Straordinario.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche geometriche dei tratti principali e secondari oggetto di tali rilievi.

LAGNO DEL CARMIGNANO

Il rilievo del Lago del Carmignano ha interessato un tratto di circa 16 Km (tratto principale) fino all'immissione nei Regi Lagni e due immissioni principali e precisamente:

Lagno Palata

L'alveo Palata e' stato rilevato per un tratto che a partire dalla confluenza con il Carmignano si estende per circa 6.5 Km.

Le sezioni rilevate lungo tale tratto sono 39.

Lagno di Arena

Il rilievo di tale lago ha interessato un tratto di circa 1.5 Km.

Sono state rilevate 18 sezioni trasversali.

LAGNO DI AVELLA

Il rilievo del Lago di Avella ha interessato un tratto di circa 16 Km che si estende dalle pendici dei monti di Avella, a monte dell'omonimo abitato, fino all'immissione nei Regi Lagni; esso riceve lungo il suo percorso due immissioni principali e precisamente: Lago di Roccarainola e il lago di Sasso (o Boscofangone).

Sulla sua asta principale sono state rilevate complessivamente 240 sezioni trasversali.

Lagno di Roccarainola

L'alveo di Roccarainola e' stato rilevato per un tratto che, a partire dalla confluenza con il lago di Avella, si estende per circa 3.5 Km.

Le sezioni rilevate lungo tale tratto sono 8.

Lagno di Sasso (o Boscofangone)

Il rilievo di tale lagno ha interessato un tratto di circa 4.6 Km.

Sono state rilevate 32 sezioni trasversali.

Collegamento Avella – Gaudio

Il rilievo ha interessato un breve tratto di collegamento tra il Lagno di Avella e il Lagno di Gaudio, per una lunghezza pari a circa 0.4 Km.

Sono state rilevate 5 sezioni trasversali.

LAGNO DI GAUDO

Il rilievo del Lagno di Gaudio ha interessato un tratto di circa 19 Km a partire da monte dell'abitato di Mugnano del Cardinale fino all'immissione nei Regi Lagni, poco a valle di Ponte delle Tavole.

Il Gaudio, lungo il suo percorso, presenta alcune immissioni principali e precisamente quelle del: Lagno del Ponte, Vallone S. Michele, torrente Quadrelle, lagno di Starza ed alveo di Trulo.

Sull'asta principale del Gaudio sono state rilevate complessivamente 332 sezioni trasversali.

TRATTI SECONDARI IN DESTRA IDRAULICA

Lagno del Ponte

Il lagno del Ponte s'immette nell'asta principale del Lagno del Gaudio a monte dell'abitato di Mugnano del Cardinale; esso è stato rilevato, per una lunghezza di circa 0.35 Km, lungo cui sono state tratte complessivamente 17 sezioni.

Vallone S. Michele

Il Vallone S. Michele è stato rilevato per un tratto che si estende per circa 1 Km.

Le sezioni rilevate lungo tale tratto sono 27.

Torrente Quadrelle

Il rilievo di tale lagno ha interessato il tratto che dalla confluenza nel Gaudio si sviluppa verso monte, per una lunghezza di circa 2,7 Km.

Sono state rilevate 60 sezioni trasversali.

Lagno di Starza

Il Lagno di Starza è stato rilevato per un tratto che, a partire dalla confluenza con il Gaudio, si estende per circa 2.5 Km insieme ad alcuni tratti secondari, questi ultimi sono stati rilevati per una lunghezza complessiva di circa 1 Km.

In totale le sezioni rilevate nel bacino di tale lagno sono 59.

TRATTI SECONDARI IN SINISTRA IDRAULICA

Lagno di Trulo

Il Lagno di Trulo è stato rilevato, a partire dall'immissione nel Gaudio, per una lunghezza di circa 2.7

Km.

Il numero delle sezioni rilevate è 27.

LAGNO DI QUINDICI

Il rilievo del Lagno di Quindici ha interessato il tratto di circa 21 Km che si estende dall'abitato di Quindici fino all'immissione nei Regi Lagni, in corrispondenza del Ponte delle Tavole.

Il Quindici lungo il suo percorso presenta alcune immissioni e precisamente in destra idraulica: Lagno di Moschiano, Lagno Preturo, Lagno Capasso, Lagno di Pago, Lagno Volo, Lagno di S. Pietro, Lagno di Camaldoli-Liveri, Lagno di Casamarciano; mentre in sinistra idraulica: Lagno di Pignano, Lagno di Rocca, Lagno Casola, Lagno di Domicella, Lagno S. Teresa, Lagno S. Teresella, Lagno di Costantinopoli.

Sull'asta principale del Quindici sono state rilevate complessivamente 283 sezioni trasversali.

TRATTI SECONDARI IN DESTRA IDRAULICA

Lagno di Casamarciano

L'alveo di Casamarciano s'immette nell'asta principale del Lagno di Quindici nel territorio di Nola, in corrispondenza dell'intersezione tra la ferrovia Cancellò-Avellino e la Variante S.S. 7bis Circumvallazione. Esso è stato rilevato, per una lunghezza di circa 5 Km, dalla località Oreale del Comune di Casamarciano fino alla confluenza con il lagno di Quindici.

Nel suddetto tratto sono state rilevate complessivamente 31 sezioni.

Lagno di Camaldoli-Liveri

È stato rilevato per un tratto che a partire dalla confluenza con il Quindici si estende per circa 2.8 Km.

Le sezioni rilevate lungo tale tratto sono 15.

Lagno S. Pietro

Il rilievo di tale lagno ha interessato il tratto che dalla confluenza nel Quindici si sviluppa verso monte per una lunghezza di circa 1.8 Km.

Sono state rilevate 5 sezioni trasversali.

Lagno Volo

È stato rilevato per un tratto che a partire dalla confluenza con il Quindici si estende per circa 1.1 Km.

Le sezioni rilevate lungo tale tratto sono 3.

Lagno di Pago

Il rilievo di tale lagno ha interessato il tratto che dalla confluenza nel Quindici si sviluppa verso monte per una lunghezza di circa 0.9 Km.

Sono state rilevate 3 sezioni trasversali.

Lagno Capasso

Il Lagno è stato rilevato per un tratto che a partire dalla confluenza con il Quindici si estende per circa

1.7 Km.

Le sezioni rilevate lungo tale tratto sono 6.

Lagno Preturo

Il rilievo di tale lagno ha interessato il tratto che dalla confluenza nel Quindici si sviluppa verso monte per una lunghezza di circa 2 Km.

Sono state rilevate 3 sezioni trasversali.

Lagno di Moschiano

Il Lagno di Moschiano è stato rilevato per una lunghezza di circa 2.9 Km dalla località Cisoella del Comune di Moschiano all'immissione nel lagno di Quindici.

Sono state rilevate 22 sezioni trasversali.

TRATTI SECONDARI IN SINISTRA IDRAULICA

Lagno Costantinopoli

E' stato rilevato per una lunghezza di circa 6.4 Km, dalla località Rione Trieste del Comune di Somma Vesuviana all'immissione nel Santa Teresella.

Il numero delle sezioni rilevate è 24.

Lagno S. Teresella

La lunghezza del rilievo eseguito è di circa 6.4 Km, dal confine tra i Comuni di Somma Vesuviana e Ottaviano, in prossimità della Mass. S. Teresa, all'immissione nel lagno di S. Teresa.

Sono state rilevate lungo il lagno 36 sezioni trasversali.

Lagno S. Teresa

Il rilievo di tale lagno ha interessato un tratto di circa 10.5 Km che si estende dalla vasca ubicata nel Comune di Ottaviano, in località Vetreria, all'immissione nel Quindici.

Complessivamente sono state rilevate 35 sezioni.

Lagno di Domicella

È stato rilevato per un tratto che, a partire dalla confluenza con il Quindici, si estende per circa 4.5 Km.

Le sezioni rilevate lungo tale tratto sono 10.

Inoltre, sono stati rilevati due tratti che si immettono nel lagno di Domicella, indicati come Imm1 e Imm2, per uno sviluppo rispettivamente di circa 2.3 Km e 1.4 Km. Sono state rilevate 6 sezioni trasversali per il tratto Imm1 e 4 sezioni per il tratto Imm2.

Lagno Casola

Il rilievo del Lagno di Casola ha interessato il tratto che dalla confluenza nel Quindici si sviluppa verso monte per una lunghezza di circa 1.4 Km.

Sono state rilevate 4 sezioni trasversali.

Lagno Rocca

Tale lagno stato rilevato per un tratto che, a partire dalla confluenza con il Quindici, si estende per circa 2.2 Km.

Le sezioni rilevate lungo tale tratto sono 5.

Lagno di Pignano

Il rilievo del Lagno di Pignano ha interessato il tratto che, dalla confluenza nel Quindici, si sviluppa verso monte per una lunghezza di circa 1.6 Km.

Sono state rilevate 5 sezioni trasversali.

ALVEI CAMALDOLI - QUARTO

Il rilievo degli alvei Camaldoli e Quarto ha riguardato i tratti principali degli alvei e precisamente sono stati rilevati circa 20 Km e 53 sezioni per l'Alveo Camaldoli e circa 13 Km e 24 sezioni per l'Alveo di Quarto.

ALVEI VESUVIANI

Il rilievo degli alvei Vesuviani ha riguardato alcuni alvei principali come il lagno di Somma, i laghi di Pollena e Trocchia, il lagno Spirito Santo, il lagno di Sorbo ed altri secondari come il lagno di Casaliciello, Coscialunga, Sodano, l'alveo delle Fosse ed alcuni affluenti dello Spirito Santo. Più in particolare:

Lagno di Somma

L'alveo di Somma è stato rilevato per una lunghezza di circa 17 Km e per un totale di 158 sezioni.

Lagno di Pollena

Il lagno di Pollena è stato rilevato per una lunghezza di circa 4.8 Km e per un totale di 57 sezioni.

Lagno di Trocchia

Il lagno di Pollena è stato rilevato per una lunghezza di circa 4.3 Km e per un totale di 15 sezioni.

Lagno di Casaliciello

Il lagno di Casaliciello è stato rilevato per una lunghezza di circa 2.8 Km e per un totale di 10 sezioni.

Lagno di Coscialunga

Il lagno di Coscialunga è stato rilevato per una lunghezza di circa 1.8 Km e per un totale di 7 sezioni.

Alveo Sodano

Il lagno di Sodano è stato rilevato per una lunghezza di circa 2.7 Km e per un totale di 7 sezioni.

Alveo delle Fosse

L'alveo delle Fosse è stato rilevato per una lunghezza di circa 4.8 Km e per un totale di 12 sezioni.

Lagno Spirito Santo e Sorbo

Il rilievo ha riguardato complessivamente circa 15 Km ed un totale di 65 sezioni.

Affluenti dello Spirito Santo

Il rilievo degli affluenti dello Spirito Santo ha riguardato complessivamente circa 2.5 Km ed un totale di 10 sezioni.

6.1.3 Approfondimento lungo il Lagno Santo spirito e suoi affluenti

Nel seguito, e precisamente nell'ambito dell'aggiornamento del PSAI, risalente all'anno 2010, è stato redatto un'ulteriore specifico studio di approfondimento dell'alveo "Spirito Santo" e dei seguenti suoi tributari:

- Lagno Amendolare;
- Lagno Pomentella;
- Lagno Sorbo e Cupa dell'Olivella;
- Lagno Sant'Elmo;
- Lagno Spirito Santo Sinistro;

Per la esecuzione di tale studio, sono stati acquisiti i rilievi topografici, trasmessi dalla ditta "Tecnorilievi s.r.l." nel Febbraio 2009 nell'ambito delle attività pianificate e programmate dal C.I.R.I.A.M..

6.2 Modelli idraulici per il tracciamento dei profili di corrente

La modellazione idraulica dei fenomeni di propagazione delle piene in alveo e' stata effettuata con riferimento ad uno schema di moto permanente monodimensionale, per valori delle portate pari a quelli al colmo di piena.

Le calcolazioni, nella prima stesura del PSAI (anno 2002), sono state eseguite, attraverso l'utilizzo del codice di calcolo MIKE11 del Danish Institute, opportunamente tarato al caso in esame.

Tale modulo può descrivere sia condizioni di moto sub-critiche (correnti lente) che supercritiche (correnti veloci) mediante uno schema numerico che si adatta in relazione alle locali condizioni del flusso (sia nel tempo che nello spazio). Inoltre, una taratura specifica del modello e' stata eseguita per descrivere le condizioni idrauliche in corrispondenza di particolari manufatti (ponti, salti, briglie, arginature ecc.).

Le portate utilizzate sono quelle riportate nella Relazione Idrologica per $T=20$, $T=100$ e $T=300$ anni.

I coefficienti di scabrezza impiegati (Gauckler-Strickler) sono pari a:

- $K=55 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per i tronchi d'alveo rivestiti;
- $K=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per i tronchi d'alveo naturali.

Diversa scelta è stata invece operata in merito al modello idraulico adoperato per l'aggiornamento del 2010 del PSAI, nel quale, per il Lagno Spirito Santo ed i suoi affluenti le simulazioni sono state condotte con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System).

Per l'implementazione di questo codice di calcolo è stato necessario caratterizzare il sistema idrografico, in particolare con i dati geometrici che includono sia quelli topografici (coordinate planimetriche, quote altimetriche, ponti, tombinature ecc. ecc.) che le caratteristiche fisiche, quali i valori dei coefficienti di scabrezza e delle portate.

Anche nell'aggiornamento 2010 le portate utilizzate sono quelle relative a $T=20$, $T=100$ e $T=300$ anni.

In particolare negli studi di dettaglio effettuati in questa fase, per la valutazione della scabrezza nella formula di resistenza si sono utilizzati nel modello i seguenti coefficienti di Gauckler-Strickler:

- $K=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per i tronchi d'alveo in terra (**corrispondente** al coefficiente di Manning pari a $0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$);
- $K=40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per i tronchi d'alveo in **pietrame** (corrispondente al coefficiente di Manning pari a $0.025 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$);
- $K=50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per i tronchi d'alveo **sistemati** in calcestruzzo e per fondo in asfalto (corrispondente al coefficiente di Manning pari a $0.02 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$).

6.3 Determinazione delle aree allagabili

6.3.1 Caratterizzazione delle aree allagabili

Prima di descrivere i criteri utilizzati per la determinazione delle aree allagabili vale la pena di ricordare che, con riferimento alla normativa del settore e tenendo conto delle definizioni e dei criteri adottati dalle Autorità di bacino nazionali, la regione fluviale, cioè quell'area interessata dai fenomeni idraulici ed influenzata dalle caratteristiche naturalistiche e paesaggistiche connesse al corso d'acqua, si articola nelle seguenti zone:

- alveo di piena ordinaria;
- alveo di piena standard;
- aree di espansione naturale della piena;
- aree ad elementi di interesse naturalistico, paesaggistico, storico, artistico ed archeologico.

L'alveo di piena ordinaria, che ai sensi dell'art.822 del C.C. appartiene al Demanio Pubblico, è definito come quella regione fluviale interessata dal deflusso idrico in condizioni di piena ordinaria (periodo di ritorno 2-5 anni).

L'alveo di piena standard corrisponde a quella regione fluviale interessata dalla piena di riferimento. Il periodo di ritorno di quest'ultima viene fissato tenendo conto della particolare situazione in esame e l'alveo di piena deve essere delimitato sulla base delle caratteristiche morfologiche del corso d'acqua e delle aree inondabili.

Le aree di espansione naturale della piena vengono incluse nelle fasce di pertinenza fluviale quando esercitano un significativo effetto di laminazione.

Le aree ad interesse naturalistico, paesaggistico, storico, artistico ed archeologico comprendono quella parte della regione fluviale appartenente alle aree naturali protette (parchi e riserva naturali, nazionali, regionali) in base all'art. 2 della L.349/91 o a leggi regionali o ad altre aree individuate nei piani paesistici e nei piani di bacino.

Il reticolo idrografico dell'ex Autorità di bacino nord occidentale della Campania è schematicamente rappresentato da:

- il sistema idrografico dei Regi Lagni costituito dal canale artificiale dei Regi Lagni nel quale convergono una serie di “lagni” disposti a raggiera (Avella, Gaudo, Quindici, Somma, Spirito Santo);
- numerosi valloni, generalmente incisi, che spesso non recapitano in un reticolo idrografico vero e proprio, ma sversano le acque nelle zone di contatto con le aree pianeggianti.

La peculiarità delle caratteristiche del reticolo esaminato, ha fatto emergere però che, nei territori di interesse, i fenomeni di esondazione sono generalmente caratterizzati da allagamenti delle aree prossime alla sponde dei lagni o dei canali artificiali per effetto di:

- insufficienza idraulica dovuta a riduzione delle sezioni idriche utili causate dall'apporto di detriti ovvero da materiale sversato impropriamente negli alvei;
- crisi idrauliche localizzate dovute a restringimenti di sezione (tombini, ponticelli, ecc.);
- cedimenti di arginature e muretti spondali;
- utilizzo improprio degli alvei come sedi viarie (alvei-strada).

Par tali motivi, nella redazione del PSAI, si è optato, per la definizione delle “aree allagabili”, caratterizzando (come meglio esplicitato in seguito) ciascuna area in funzione del periodo di ritorno (T) dell'evento di piena ed in funzione del tirante idrico medio (h) nell'area allagata.

Oltre ai fenomeni di allagamento dovuti alla esondazione di volumi prevalentemente liquidi dai corsi d'acqua, sono stati presi in esame sia i fenomeni di crisi idraulica da alluvionamento, che possono verificarsi al piede dei valloni incisi e che danno luogo ad un trasporto sia liquido che solido (si escludono da questo contesto i fenomeni di colate di fango trattate nel capitolo frane), sia quelli da insufficienza di drenaggio superficiale.

Tali fenomeni, molto diffusi nell'area in studio, determinano le seguenti situazioni critiche:

- aree soggette a fenomeni di trasporto liquido e trasporto solido da alluvionamento, per la presenza di conoidi attivi a composizione prevalentemente ghiaioso-sabbiosa;
- aree soggette a fenomeni di trasporto liquido e trasporto solido da alluvionamento, per la presenza di settori distali di conoidi attivi a composizione prevalentemente sabbiosa;
- aree di ristagno per la presenza di conche endoreiche e zone a falda sub-affiorante.

La delimitazione delle aree critiche relative alle prime due tipologie di fenomeni sono state ricavate su base geomorfologica (presenza di conoidi attivi).

Altre situazioni di pericolosità per le quali, alla scala del piano, non è possibile compiutamente individuarne l'estensione e l'intensità sono rappresentate dai casi di seguito descritti e riportati nella relativa legenda della carta della pericolosità:

- punti di possibile crisi idraulica localizzata dovuta a fitta vegetazione in alveo, presenza di rifiuti solidi, riduzione di sezione, sponde danneggiate, regimentazione idraulica non adeguata, etc.;
- area ad elevata suscettibilità di allagamento ubicata al piede di valloni;

- aste montane incise con tratti di possibile crisi per piene repentine, colate detritiche, alluvioni di conoidi;
- alvei strada.

In tutti questi casi, allo scopo di caratterizzarne il livello di pericolosità sarà necessario effettuare studi su scala di maggiore dettaglio.

6.3.2 Analisi dei risultati - studio PAI 2002

Con riferimento ai bacini presi in esame negli studi eseguiti per il PAI 2002, sono stati individuati per le aste principali una serie di tronchi considerati idrologicamente omogenei, nel senso che per ciascuno di essi si è considerata la portata idrologica costante; tale valore, per ogni tronco, è quello calcolato nella sezione terminale del tronco stesso (vedi Tavv. allegate alla Relazione Idrologica).

Nell'Appendice 3, riassunti in opportune tabelle, per le aste principali dei bacini considerati, vengono indicate per ciascuna sezione di calcolo le relative portate.

Attraverso i risultati ottenuti dal tracciamento dei profili di corrente relativi ai periodi di ritorno $T = 20$, 100, e 300 anni sono stati individuati i tratti in corrispondenza dei quali si verifica una insufficienza idraulica delle sezioni trasversali.

In particolare, per ciascun tratto, studiato col modello MIKE 11, sono state individuate la portata in ingresso, quella in uscita, la portata di esondazione, il volume corrispondente e il tirante medio sulle sponde; inoltre, in corrispondenza di ogni tratto di esondazione è stata stimata la riduzione al colmo di piena utilizzando a tale scopo una apposita routine del codice di calcolo.

Criteri di calcolo per la delimitazione delle aree allagabili

Per la valutazione delle aree allagabili, eseguita nella prima stesura del PSAI, sono stati utilizzati criteri differenti in relazione alle caratteristiche geometriche ed idrauliche degli alvei ed all'entità dei fenomeni (volumi di esondazione).

A tal proposito si evidenzia che, in relazione alle caratteristiche idrauliche degli alvei del bacino dell'ex Autorità di Bacino della Campania nord-occidentale (portate di piena relativamente modeste, sistemazioni con strutture spondali o con vasche di laminazione, interventi di tombamento dei canali nei centri urbani ecc.) ed alle cause più frequenti dei fenomeni di dissesto (riduzione delle sezioni idriche per effetto del trasporto solido e dell'uso improprio dei canali, manutenzione ordinaria carente, trasformazioni idrauliche delle reti di drenaggio naturale in reti artificiali ecc.), i volumi di esondazione non sono, in linea generale, quasi mai elevati.

Alla luce di ciò, nello studio idraulico per la delimitazione delle aree di esondazione, in alternativa ai modelli teorici la cui complessità operativa spesso ne rende poco proficua l'utilizzazione, sono stati utilizzati alcuni schemi concettuali approssimati, semplici nella applicazione e fisicamente basati su oggettive considerazioni di carattere idraulico.

METODO DEI VOLUMI STATICI

Questo criterio consiste nel valutare il volume d'acqua che fuoriesce dall'alveo nel tratto di esondazione e nel determinare il volume delle zone prossime al suddetto tratto dove l'acqua esondata si dispone staticamente.

Per la stima del volume di esondazione si è proceduto nel modo seguente:

- si è valutato l'idrogramma di piena che, per un prefissato periodo di ritorno T , transita

nel tronco di alveo (ad es. si può fare riferimento ad un criterio semplificato in cui, noto il tempo di ritardo t_r del bacino, l'idrogramma di piena si ipotizza triangolare con il colmo $Q_{\max,T}$ in corrispondenza di t_r);

- è stata determinata la scala di deflusso in moto uniforme della sezione significativa del tratto di alveo da analizzare ed è stato calcolato il valore della portata Q_{\max}^* corrispondente al massimo convogliamento della sezione stessa;
- è stato "limitato" l'idrogramma di piena in corrispondenza di Q_{\max}^* e si è valutato il volume di piena, We , corrispondente a $Q > Q_{\max}^*$ (grafico 1);
- attraverso la conoscenza delle caratteristiche topografiche del terreno intorno al tratto di esondazione si è determinato la curva superfici- volumi (grafico 2);
- a partire da tale curva si calcola la superficie Se corrispondente al volume We di accumulo dell'acqua esondata.
- La valutazione della curva superfici-volumi è stata effettuata utilizzando il modello digitale del terreno (DEM) ed il programma di calcolo ARCWIEV.

Il vantaggio di questo metodo consiste nella semplicità della procedura e nella chiarezza del significato fisico dello schema adottato.

Il limite maggiore è rappresentato dall'aver trascurato completamente gli aspetti dinamici del fenomeno.

METODO ENERGETICO

Questo metodo presuppone che in una fase iniziale dello studio le quote delle sponde dell'alveo siano state fittiziamente innalzate in modo da evitare fenomeni di esondazione.

Una volta tracciato il profilo di corrente in alveo nelle suindicate condizioni è possibile individuare quali sono, a partire da monte, i tronchi in cui il livello idrico è più alto del piano campagna, cioè dove si verifica l'esondazione.

In corrispondenza del primo tratto si determinano le aree allagabili con il seguente criterio:

- noto il tirante idrico h_1 e la portata Q nella sezione idrica corrispondente alla geometria dell'alveo confinato si calcola il carico idraulico H_1 di detta sezione (sez.1);
- si determina la curva $h-H$ corrispondente alla sezione geometrica dell'alveo reale (sez.2);
- imponendo l'uguaglianza dei carichi ($H_1=H_2$), si ricava il valore del tirante idrico h_2 nella sezione reale (grafico 3);
- una volta definito il nuovo tirante idrico, h_2 , l'intersezione del piano corrispondente a tale livello con il terreno circostante l'alveo permette di individuare l'estensione l_1 e l_2 delle aree allagabili nella sezione di calcolo.

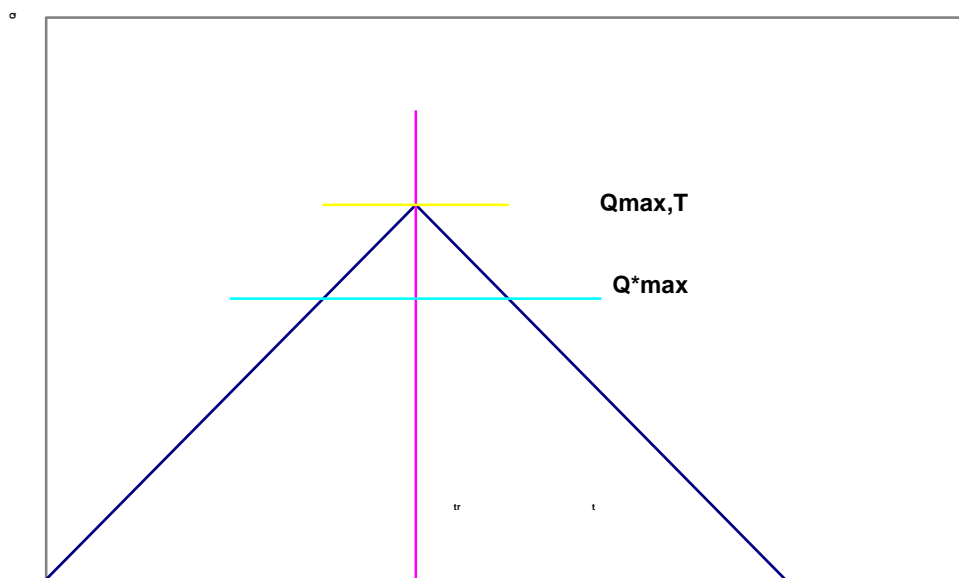


Grafico 1: Idrogramma di piena triangolare

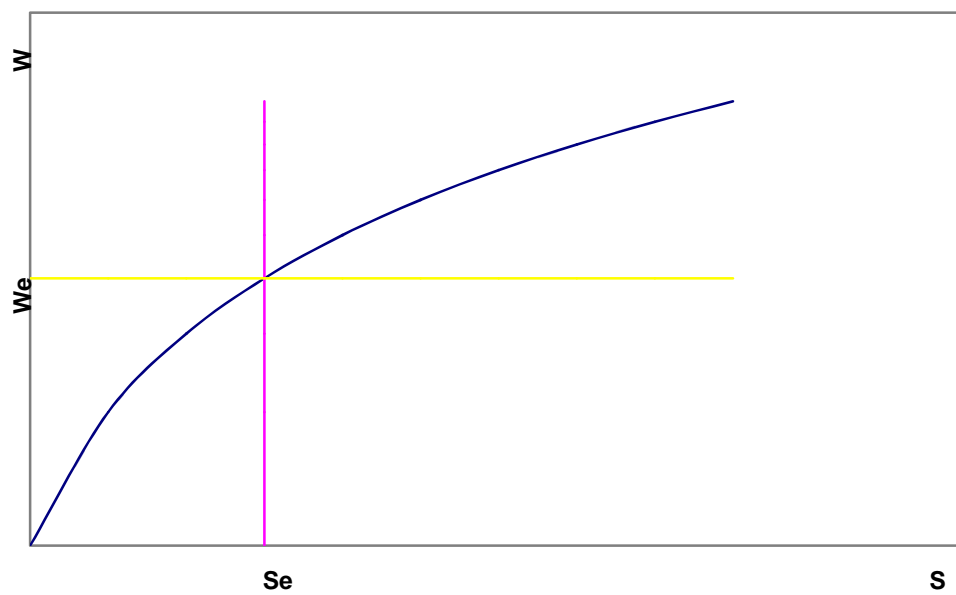


Grafico 2: Curva Superfici-Volumi

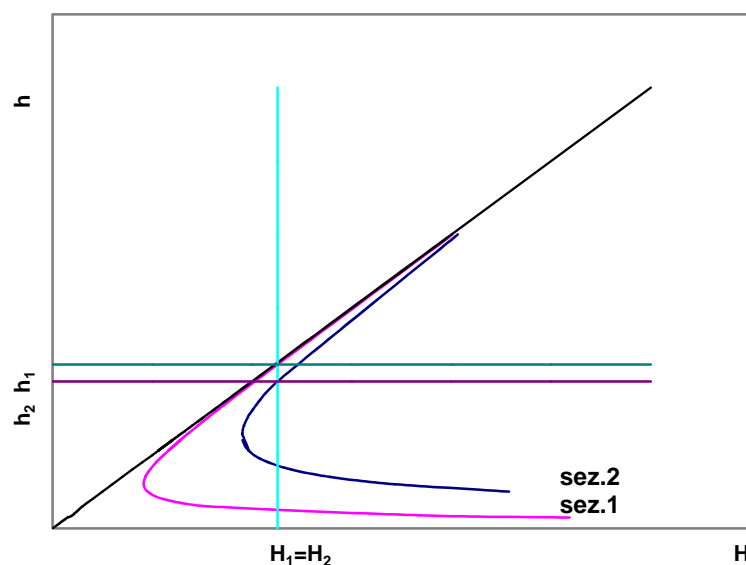


Grafico 3: Curva carichi totali-tiranti

Ripetendo il procedimento per n sezioni ricadenti nel tratto di alveo in cui il profilo nella sezione confinata supera il piano campagna, si ottengono n coppie di punti a distanza l_1 e l_2 dalle sponde, che uniti con una spezzata consentono di ricavare l'estensione dell'area allagabile.

Il criterio descritto si semplifica notevolmente allorché il dislivello Δh sul piano campagna è molto modesto. In tal caso si procede semplicemente all'allungamento della superficie del pelo libero oltre le sponde dell'alveo.

Una situazione particolare si verifica poi quando la morfologia piatta del terreno circostante il letto fluviale darebbe luogo a distanze l_1 e l_2 praticamente infinite o, comunque, molto elevate e, perciò, non corrispondenti alla realtà.

In questo caso si è applicato il seguente accorgimento correttivo:

- si fissa un'altezza massima del livello idrico Δh^* sul piano campagna;
- realisticamente si può assumere $\Delta h^* < 20$ cm;
- si impone un valore di tentativo delle lunghezze laterali l_1 e l_2 ;
- si determina la curva $h-H$ per la sezione di larghezza l_1+l_2 e si stima il valore di h_2 come precedentemente indicato;
- si calcola il tirante idrico Δh sul terreno e si confronta con Δh^* ;
- si procede per tentativi fino a che $\Delta h = \Delta h^*$.

6.3.3 Approfondimento PAI 2010

L'approfondimento eseguito per il *Lagno Santo Spirito ed i suoi affluenti*, finalizzato all'aggiornamento 2010 del PAI è stato svolto previa redazione di un apposito studio idraulico di dettaglio con il codice di calcolo HEC-RAS; dal profilo di rigurgito e delle tabelle di output del codice di calcolo, per ciascuna sezione in cui è prevista l'esondazione, è stato individuato il valore dell'altitudine della superficie idrica (in m s.l.m.m.) in corrispondenza del convogliamento delle portate attese per ognuno dei periodi di ritorno considerati.

Il limite destro e/o sinistro delle aree soggette ad allagamento è stato ottenuto dall'intersezione, in ogni sezione trasversale in cui è prevista l'esondazione dell'alveo, del piano orizzontale, avente quota pari all'altezza del pelo libero valutata nella sezione di interesse, con la rappresentazione cartografica di rilievo, appoggiata alla cartografia ufficiale della Regione Campania del 2004.

Nei casi in cui i fenomeni di esondazione si manifestano in tratti "pensili" rispetto al territorio circostante, ovvero, qualora l'intersezione del piano orizzontale avente quota pari a quella della superficie idrica della piena con la rappresentazione cartografica disponibile in scala 1:5.000 si verificasse a distanze troppo elevate dall'asse del canale, si è adottata una diversa procedura, onde evitare la perimetrazione di aree di estensione eccessiva, non compatibile con i volumi di esondazione stimati.

In tali casi, si rende indispensabile l'esecuzione di rilievi e sopralluoghi di estremo dettaglio, finalizzati allo studio particolareggiato della morfologia dell'area interessata, in modo da poter giungere ad una valutazione realistica della estensione dell'area potenzialmente soggetta ad allagamento.

Il valore del volume esondabile è stato stimato, per un prefissato periodo di ritorno, a partire dalla valutazione dell'idrogramma di piena nella sezione idraulicamente insufficiente, avente una capacità idrovettrice pari ad un valore di portata Q^* inferiore alla portata al colmo di piena Q_T . In particolare, sono stati assunti idrogrammi di forma triangolare/trapezia, sulla base della assunzione di un modello cinematico di trasformazione afflussi-deflussi (metodo della corrivazione).

Per diversi valori della durata D dell'evento meteorico è stato stimato il corrispondente idrogramma e quindi il volume esondato W . È stato così possibile individuare il valore della durata che massimizzasse il valore del volume esondato dal canale/alveo.

La valutazione delle superfici soggette ad allagamento è stata quindi effettuata utilizzando il modello digitale del terreno (DEM) dell'area interessata dal fenomeno di allagamento.

In definitiva la restituzione a curve di livello della cartografia disponibile consente di delimitare aree inondabili per differenti pericolosità, in piena congruenza con quanto già riportato nel PSAI del 2002, ovvero definizione della pericolosità su base matriciale correlata all'altezza del tirante idrico in funzione del periodo di ritorno considerato.

Per maggiore chiarezza circa la metodologia utilizzata si rimanda all'analisi dello studio di dettaglio del Lago Santo Spirito e suoi affluenti di cui alla citata Appendice 4.

Infine, si ritiene opportuno evidenziare che, sempre in relazione alla tipologia dei dissesti (puntuali ed intensamente distribuiti lungo il corso d'acqua), le verifiche idrauliche, per ovvi motivi di significatività, sono state eseguite trascurando tutti i punti di crisi localizzata (cedimenti di muretti di sponda, attraversamenti trasversali impropri, tombini e ponticelli intasati, ecc.) che dovranno essere oggetto dei primi interventi di riordino del reticolo idrografico attraverso un appropriato piano di manutenzione straordinaria.

Relativamente all'effetto di laminazione delle vasche esistenti, esso è stato, a vantaggio di sicurezza, trascurato laddove lo stato di conservazione delle vasche è risultato tale da obliterare le capacità di invaso per la presenza di evidenti fenomeni di interrimento.

7 LE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DELL'ASTA VALLIVA DEI REGI LAGNI

Una considerazione a parte merita il problema dell'asta valliva dei Regi Lagni che, come è noto, è un canale artificiale che, partendo dalla località denominata Ponte delle Tavole, sfocia a mare poco più a valle del fiume Volturno; le sue acque provengono dal reticolo idrografico naturale (disposto a ventaglio e costituito da numerosi sottobacini montani) e, solo in minima parte, è alimentato dal contributo delle acque zenitali del bacino proprio.

Il canale dei Regi Lagni è stato in passato oggetto di un intervento radicale di sistemazione idraulica realizzato dal consorzio CORIN su finanziamento del CIPE (L. 219/81). Tale intervento è consistito essenzialmente nella risagomatura delle sezioni d'alveo e nel rivestimento delle stesse con calcestruzzo, allo scopo di ridurre la scabrezza idraulica e migliorare quindi le condizioni di deflusso.

Il progetto delle opere, eseguito sulla base di uno studio idrologico appositamente eseguito dal consorzio CORIN, ha preso a riferimento le portate di piena con periodo di ritorno $T = 50$ anni.

Il franco di sicurezza disponibile nelle sezioni di progetto è pertanto congruente con tali valori delle portate, ma diviene insufficiente nel caso dei periodi di ritorno $T=100$ anni e $T=300$ anni, utilizzati nel PSAI sulla base delle indicazioni riportate nell'allegato tecnico al DPCM del 29/09/98.

In relazione a tale situazione, va osservato che un ruolo decisivo sul corretto funzionamento idraulico del sistema è rappresentato dal contributo della rete di affluenti montani. Infatti, questi ultimi, sono attualmente soggetti a fenomeni di esondazione, puntuale e distribuita, in conseguenza delle precarie condizioni di dissesto idrogeologico in cui versano; ma, paradossalmente, sono proprio le riduzioni di afflussi da monte che proteggono le aree di valle da potenziali maggiori allagamenti per eccesso delle portate affluenti al canale artificiale dei Regi Lagni.

D'altra parte, nell'ottica di predisporre una strategia generale per il riequilibrio idrogeologico dell'intero reticolo idrografico, tramite opportuni interventi di mitigazione del rischio di esondazione, si prefigurano a questo punto due scenari possibili:

- prevedere interventi di sistemazione delle aste montane, finalizzati alla raccolta ed al convogliamento verso l'asta valliva dei deflussi di piena senza interventi di laminazione;
- prevedere interventi di sistemazione delle aste montane che, tenendo conto della limitazione idraulica strutturale del canale ricettore dei Regi Lagni (deflusso di piena congruo a portate cinquantennali), facciano pervenire a valle, attraverso opportune opere di laminazione, solo portate compatibili con tale limitazione.

Tenuto conto dei notevoli costi dell'intervento già realizzato sul canale dei Regi Lagni, la soluzione di cui al punto a, si considera, in linea generale, improponibile sotto il profilo economico. Pertanto, sulla base dello studio idrologico elaborato dal citato consorzio CORIN, si è ritenuto opportuno eseguire, una valutazione dei deflussi di piena degli alvei montani (v. nota riportata in Appendice 5) che fornisce i valori massimi delle portate di piena che detti alvei possono recapitare nei Regi Lagni senza compromettere la funzionalità idraulica degli stessi.

RELAZIONE IDRAULICA - Autorità di Bacino del Sarno

8 GENERALITÀ

Nella presente relazione vengono descritti i criteri di calcolo ed i risultati delle elaborazioni effettuate per delimitare le aree inondabili lungo i corsi d'acqua ricadenti nel territorio di competenza dell'ex Autorità di Bacino Regionale del Fiume Sarno ed individuati come tratti a rischio idraulico.

Diverse sono le problematiche connesse alla sicurezza idraulica in relazione alle caratteristiche geomorfologiche dei corsi d'acqua, ai processi di erosione, trasporto e sedimentazione che in essi agiscono ed in relazione agli interventi antropici e alle modificazioni indotte dall'uomo.

In generale, è possibile distinguere tronchi d'alveo incisi in terreni sciolti su substrato lapideo, incassati nelle piane alluvionali, alluvionati stretti o alluvionati larghi. Il rischio idraulico assume dunque caratteristiche diverse a seconda che si considerino:

- i tratti montani, incisi in formazioni in posto, in cui possono verificarsi dissesti di carattere erosivo localizzati al piede dei versanti e, nei casi più gravi, colate rapide di fango o di detrito con effetto distruttivo;
- i tratti pedemontani, in cui strutturalmente si verificano processi di deposito nel breve, medio e lungo termine, con conseguente incremento dei rischi di esondazione per restringimento delle sezioni trasversali, che possono interessare i coni di deiezione;
- i tratti incassati ed alluvionati di pianura, in cui si verificano esondazioni in conseguenza delle portate in arrivo dai bacini a monte, eccessive rispetto alla capacità di convogliamento idrico;
- i tratti artificiali ed i tratti coperti.

Tratti montani

Per quanto riguarda i tratti montani, si tratta, spesso, di fossi e valloni che sono, di norma, completamente asciutti, essendo solo di rado interessati dalla presenza di piccole sorgenti di quota. La presenza di acqua è, pertanto, osservabile solo nei periodi piovosi e nei periodi ad essi immediatamente successivi (carattere torrentizio).

I tronchi incisi, caratteristici dell'ambiente montano, hanno raggiunto il loro assetto attuale in seguito a fenomeni erosivi esplicatisi in tempi lunghissimi in formazioni lapidee e, a causa delle forti pendenze di fondo, presentano una capacità media di trasporto superiore a quella di rifornimento di materiale solido dal bacino a monte. Le caratteristiche geometriche di tali tronchi risultano fortemente variabili in relazione alla diversa morfologia iniziale e alla resistenza all'erosione offerta dalle formazioni attraversate. In conseguenza della presenza di una coltre di copertura e del dilavamento dei versanti, l'apporto solido a tali fossi è, di norma, alquanto elevato.

La presenza di fossi e valloni pone dei seri problemi per quanto riguarda la sicurezza dei centri abitati e/o delle infrastrutture presenti nelle zone pedemontane poiché, in conseguenza delle elevate pendenze disponibili, la capacità media annua di trasporto solido fino ai tratti pedemontani risulta piuttosto elevata. A causa dell'apporto solido proveniente da dette incisioni, i tratti pedemontani, caratterizzati da una brusca diminuzione delle pendenze, tendono progressivamente ad alluvionarsi; si osserva in tali casi una brusca diminuzione della capacità di convogliamento, con la possibilità di allagamento delle aree latitanti per insufficiente capacità di contenimento delle portate liquide.

Tratti alluvionati

I tronchi d'alveo alluvionati hanno raggiunto la loro configurazione attuale in seguito al deposito delle frazioni più grossolane (dalle sabbie alle ghiaie, fino ai blocchi) del materiale solido trasportato da monte. Sono presenti perciò laddove la capacità di trasporto del corso d'acqua risulta insufficiente al convogliamento del materiale solido di granulometria maggiore come nei tratti a valle delle sezioni in cui si verificano brusche variazioni della pendenza tanto per naturali variazioni morfologiche del fondo valle che per modifiche antropiche dello stesso (sbarramenti, soglie, nuove inalveazioni ed opere di regimazione in genere).

I volumi di materiale solido depositatisi costituiscono il sovralluvionamento dell'alveo e possono determinare criticità connesse alla riduzione della capacità di convogliamento delle sezioni idriche. Nei tratti sovralluvionati di pianura, per fronteggiare i fenomeni di esondazione conseguenti al transito delle portate di piena, si interviene solitamente con opere di difesa arginale che possono determinare condizioni di pensilità di tali tratti rispetto al fondo valle.

Tratti incassati di pianura

I tronchi d'alveo incassati hanno raggiunto il loro assetto attuale in seguito a fenomeni erosivi che hanno interessato le piane alluvionali. Le pendenze di fondo sono in genere modeste, dell'ordine di qualche unità per mille, e risultano sufficienti al trasporto delle frazioni più sottili da sabbie fini a limi. Tali tronchi evidenziano una tendenza a formare meandri spostandosi nel tempo in relazione ai fenomeni di erosione nella sponda concava e di deposito nella sponda convessa.

Tratti artificiali e tratti coperti

Alle tipologie naturali dei corsi d'acqua è opportuno aggiungere, in questa sede, per le problematiche inerenti la sicurezza idraulica che essi producono, i tratti d'alveo artificiali e soprattutto gli alvei coperti. Quest'ultima tipologia, purtroppo, risulta molto frequente soprattutto in corrispondenza di piccoli torrenti che possono, in occasione di intensi eventi pluviometrici, diventare un serio pericolo per la pubblica incolumità. Tratti artificiali sono, tuttavia, presenti anche lungo i principali colatori del bacino come risultato di importanti opere di regimazione idraulica a protezione delle aree di pianura e delle grandi aree urbane. Il percorso di tali tratti può discostarsi anche significativamente da quello originario; in tali casi i fenomeni di esondazione possono propagarsi anche a notevole distanza dal corso d'acqua interessando le aree morfologicamente più depresse.

8.1 Lo studio idraulico dei corsi d'acqua di interesse

I corsi d'acqua defluenti nell'ambito territoriale di pertinenza dell'ex Autorità di Bacino del Fiume Sarno sono stati raggruppati, schematicamente, nel seguente modo:

- torrenti vesuviani, torrenti montani con recapito nel fiume Sarno e torrenti della penisola Sorrentina;
- fiume Sarno e suoi principali affluenti.

Il primo gruppo comprende corsi d'acqua che hanno fondamentalmente caratteristiche di alvei montani, il secondo comprende alvei alluvionati di fondovalle e tratti di pianura incassati e/o artificiali.

Per quanto concerne le *aste montane*, queste sono caratterizzate da tronchi incisi nelle coltri colluviali, interferenti con i centri abitati ubicati nella fascia pedemontana, che convogliano le acque in vasche di laminazione e/o assorbimento o, molto più frequentemente, lungo percorsi stradali o

artificiali (canali, tombini ed alvei strada) dal recapito incerto.

Le condizioni di rischio che ne derivano sono legate, più che alla incapacità delle sezioni di contenere la portata idrica alle numerose interruzioni ed ostruzioni del reticolo caratterizzato, peraltro, in tali tratti, da notevole trasporto solido.

Per tali ragioni, l'approccio idraulico utilizzato per la definizione della pericolosità idraulica nelle aree limitrofe ai torrenti montani, sia lungo i loro tratti incisi che pedemontani, ha tenuto conto sia dell'aspetto idraulico che di quello geomorfologico. Tale approccio è descritto al capitolo 2.

Per quanto attiene, invece, alle *aste vallive* il reticolo idrografico si sviluppa lungo valli incassate e di moderata ampiezza, nelle zone più a ridosso dei rilievi montuosi, e su aree ampie e pianeggianti nel fondovalle. Inoltre, le aste vallive attraversano frequentemente centri abitati di una certa rilevanza dove il carico antropico è molto elevato. In tali aree le modifiche apportate ai corsi d'acqua influenzano fortemente il naturale deflusso delle piene essendo in generale i tratti canalizzati sottodimensionati rispetto alle portate di piena. La situazione è resa ancora più critica dalla presenza di numerosi ponti, traverse, rilevati stradali e ferroviari, che, nel caso di deflussi eccezionali rappresentano ostacoli al moto dell'acqua e determinano rigurgiti e inondazioni locali anche significativi.

Nello studio sono stati adottati due differenti criteri di analisi per considerare il diverso comportamento dei corsi d'acqua vallivi al variare della morfologia e del livello di antropizzazione delle aree latitanti.

Un primo approccio, nei contesti morfologici vallivi incassati o di moderata ampiezza e con pendenza del fondo non eccessivamente bassa, ha previsto una schematizzazione del moto della corrente come monodimensionale ed in regime permanente. Contrariamente, per quegli ambiti vallivi ampi o pianeggianti e con carico antropico rilevante, si è fatto ricorso ad uno schema idrologico-idraulico più complesso, che consentisse di tenere conto dei volumi di esondazione lungo i vari tratti nonché della topografia delle aree limitrofe agli stessi.

Lo studio è stato, pertanto, condotto per i seguenti corsi d'acqua (cfr. figura1):

- *Torrente Solofrana*, dalla conca di Solofra alla confluenza con l'Alveo Comune Nocerino, per circa 25 km;
- *Torrente Cavaiola*, dal comune di Cava dei Tirreni, località Epitaffio, sino alla confluenza con il torrente Solofrana, per circa 7 km;
- *Alveo Comune Nocerino*, dalla confluenza tra il torrente Cavaiola e il torrente Solofrana sino all'immissione nel fiume Sarno, per circa 8,5 km;
- *Rio San Marino*, dalla località Lavorate nel comune di Sarno sino alla confluenza con l'Acqua della Foce, per circa 6,7 km;
- *Acqua del Palazzo*, dalla sorgente nel comune di Sarno sino alla confluenza con il Rio San Marino, per una lunghezza di circa 2 km;
- *Acqua della Foce*, dalla sorgente nel comune di Sarno sino alla confluenza con il Rio San Marino, per circa 2,5 km.
- *Fiume Sarno*, dalla confluenza tra il Rio San Marino e l'Acqua della Foce sino alla foce, per comprensivi 15 km circa;
- *Rio Laura*, dalla località Piano di Montoro Inferiore sino alla confluenza con il torrente Solofrana, per circa 3.7 km;
- *Torrente Calvagnola*, dal limite comunale di Calvanico sino alla sua immissione nella Solofrana, per circa 5 km;

- *Torrente Lavinaro*, dalla località Casale di Bracigliano sino alla sua immissione nella Solofrana, per circa 7 km;
- *Torrente Lavinaio*, dalla località Lancusi di Fisciano sino alla sua immissione nella Solofrana, per 7,6 km circa;
- *Rivo San Marco*, dal comune di Gragnano sino alla foce a mare, per 3,5 km circa.

Per il torrente Solofrana, il torrente Cavaiole, il Rio San Marino, l'Acqua del Palazzo, il torrente Lavinaio, il torrente Lavinaro, il torrente Calvagnola, il Rio Laura e il Rivo San Marco, l'approccio idraulico utilizzato è quello di moto permanente.

Per l'Acqua della Foce, il fiume Sarno e l'Alveo Comune Nocerino, le cui valli sono caratterizzate da aree ampie ed a bassissima pendenza, i volumi di esondazione e la capacità di invaso delle aree limitrofe, sono stati valutati iterativamente su base idrologico-idraulica e secondo considerazioni di tipo morfologico, così come descritto nel seguito.

Nell'Allegato D1- parte 1 - viene descritto il modello idraulico utilizzato per calcolare la capacità idraulica dei vari tronchi e per tracciare i profili di corrente (nei casi di moto monodimensionale ed in regime permanente). nell'allegato D1 - parte 2 - si riporta, invece, il modello idraulico utilizzato nella simulazione delle correnti in moto vario.

I risultati ottenuti sono stati sintetizzati nell'Allegato E allo studio idraulico del PSAI dell'Ex Adb del Sarno, nonché nell'allegata Appendice 4 alla presente relazione, e restituiti nei seguenti elaborati grafici (rispettivamente, in scala 1: 25.000 e 1:5.000)¹:

- Mappatura delle aree inondabili (tavv. B2.8.1 e B2.8.2);
- Carta delle fasce fluviali (tavv. B2.8.3 e B2.8.4);
- Zonizzazione delle aree a rischio alluvioni (tavv. B2.9.1 e B2.9.2).

Tali risultati sono stati successivamente approfonditi - per alcuni tratti significativi dei suddetti corsi d'acqua - integrando gli studi idrologico-idraulici con quelli di maggior dettaglio redatti da Pubbliche Amministrazioni, anche su istanza privata, mediante l'utilizzo di modellazioni in moto vario e di tipo bidimensionale. Gli elaborati grafici dello studio idraulico originario sono stati quindi progressivamente aggiornati con i risultati dei suddetti studi di approfondimento secondo le procedure di variante previste dal medesimo PSAI (cfr. aggiornamento 2011).

9 STUDIO IDRAULICO DELLE ASTE FLUVIALI MONTANE

Come anticipato in precedenza, l'approccio idraulico utilizzato per le *aste montane* è di tipo semplificato; in particolare, si è provveduto a:

- effettuare un rilievo speditivo delle aste di interesse, ponendo particolare attenzione alla individuazione di tutti gli attraversamenti, tombini e tratti tombati, ed evidenziando inoltre le aste che terminano in alvei strada;
- valutare, per le diverse aste, le pendenze longitudinali attraverso il tracciamento del profilo di fondo rilevato in situ;
- individuare l'ordine di grandezza dei parametri di conducibilità idraulica da attribuire alle diverse sezioni;

¹ i riferimenti grafici in parentesi sono quelli di cui alla revisione 2001.

- tracciare, per tutte le sezioni rilevate, le scale di deflusso in condizioni di moto uniforme e di stato critico;
- valutare, in ogni sezione, il rapporto tra la massima portata contenuta in alveo rispettivamente in condizioni di moto uniforme (Q_u) e stato critico (Q_{cr}) e quella calcolata per T pari a 30, 100 e 300 anni (Q_T). In tal modo sono stati individuati i punti critici del sistema, corrispondenti a quelle sezioni per cui il massimo valore tra Q_u/Q_T e Q_{cr}/Q_T fosse minore di prefissati valori ammissibili.

In particolare, sono stati definiti quattro diversi livelli di criticità (o pericolosità) secondo lo schema di seguito riportato, essendo $Q_R = \min \{Q_{cr}, Q_u\}$:

	$Q_T/Q_R \geq 1$	$0,8 \leq Q_T/Q_R < 1$	$0,5 \leq Q_T/Q_R < 0,8$
T = 30	pericolosità moderata	pericolosità elevata	pericolosità molto elevata
T = 100	pericolosità bassa	pericolosità moderata	pericolosità elevata
T = 300	pericolosità bassa	pericolosità bassa	pericolosità moderata

Tabella 1: definizione dei livelli di criticità

Nella seguente tabella 2, denominata *Punti critici e livelli di pericolosità per le aste montane*, sono definiti, per tutte le sezioni rilevate sulle aste montane, i vari livelli di pericolosità così determinati.

E' opportuno osservare che le portate utilizzate per assegnato periodo di ritorno T in alcuni casi non coincidono con quelle riportate, per i bacini di riferimento, nello studio idrologico. Tale difformità è dovuta alla scelta di scartare quei valori di portata ai quali corrisponde un coefficiente udometrico troppo basso rispetto a quello riportato in letteratura tecnico-scientifica per bacini di piccole dimensioni. Si è dunque proceduto al calcolo di un valore medio del coefficiente udometrico u_m (relativo alla media dei massimi annuali di portata al colmo di piena calcolata con le metodologie descritte nello studio idrologico), pari a $4 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$, da attribuire a tutti i bacini caratterizzati da un coefficiente udometrico inferiore.

Le aree inondabili relative alle singole aste montane sono state, dunque, tracciate:

- tenendo conto delle criticità precedentemente definite;
- individuando i tratti caratterizzati da una brusca diminuzione della pendenza ed a maggior rischio di sovralluvionamento;
- definendone i limiti su base geomorfologica, anche in relazione alla capacità delle sezioni di contenere la portata idrica (per periodo di ritorno 30 e 100 anni) a meno di ostruzioni.

Bacino	Comune	Provincia	Asta	Sezione	Q_{63}/Q_1 [m³/s]	$2 \cdot Q_2/Q_1$ [m³/s]	Q_{63}/Q_1 [m³/s]	Q_{63}/Q_1 [m³/s]	Q_{63}/Q_1 [m³/s]	Q_{63}/Q_1 [m³/s]	Pericolosità, T=30	Pericolosità, T=100	Pericolosità, T=300
118a	Anagni	Sa	01	01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			
118a	Anagni	Sa	01	02	0.03	0.03	0.04	0.13	0.17	0.21			
118a	Anagni	Sa	01	03	0.35	0.35	0.58	0.67	0.82	0.96	1	1	1
117a	Anagni	Sa	03	12	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05			
117a	Anagni	Sa	03	13	1.04	1.41	1.72	1.50	2.03	2.47	4	4	4
117a	Anagni	Sa	03	14	0.15	0.21	0.25	0.14	0.19	0.23			
013m	Brazigiano	Sa	02	05	0.04	0.05	0.06	0.02	0.03	0.03			
013m	Brazigiano	Sa	02	06	0.02	0.03	0.04	0.01	0.02	0.02			
013m	Brazigiano	Sa	02	07	0.05	0.07	0.08	0.14	0.19	0.23			
013m	Brazigiano	Sa	02	08	0.05	0.07	0.09	0.14	0.19	0.23			
013m	Brazigiano	Sa	03	09	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01			
013l	Brazigiano	Sa	03	10	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00			
013l	Brazigiano	Sa	03	11	0.04	0.05	0.06	0.06	0.12	0.15			
014	Brazigiano	Sa	04	12	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02			
014	Brazigiano	Sa	04	13	0.90	1.22	1.49	0.20	0.28	0.34	3	4	4
083	Cavanico	Sa	01	01	0.31	0.65	0.83	0.67	0.90	1.10	2	2	2
083	Cavanico	Sa	01	02	0.32	0.44	0.64	0.86	1.18	1.44	3	4	4
083	Cavanico	Sa	01	03	1.55	2.10	2.58	0.43	0.58	0.71	4	4	4
083	Cavanico	Sa	01	04	0.16	0.22	0.27	0.03	0.04	0.05			
083	Cavanico	Sa	01	05	0.06	0.08	0.10	0.10	0.13	0.15			
083	Cavanico	Sa	01	06	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06	0.07			
081	Cavanico	Sa	04	13	1.11	1.50	1.83	0.26	0.35	0.43	4	4	4
120d	Castellammare di Stabia	Na	01	01	2.06	2.81	3.43	0.31	0.42	0.51	4	4	4
120d	Castellammare di Stabia	Na	01	02	1.81	2.44	2.98	0.34	0.46	0.55	4	4	4
120d	Castellammare di Stabia	Na	01	03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03			
120s	Castellammare di Stabia	Na	02	01	0.07	0.09	0.11	0.02	0.03	0.03			
120s	Castellammare di Stabia	Na	02	02	0.07	0.09	0.11	0.27	0.36	0.44			
120s	Castellammare di Stabia	Na	02	03	0.03	0.05	0.06	0.02	0.03	0.03			
120s	Castellammare di Stabia	Na	02	04	0.08	0.10	0.12	0.10	0.14	0.17			
120w	Castellammare di Stabia	Na	03	01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.06	0.07			
120	Castellammare di Stabia	Na	04	01	0.23	0.30	0.36	0.84	1.13	1.39	3	4	4
120	Castellammare di Stabia	Na	04	02	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00			
120	Castellammare di Stabia	Na	05	01	1.35	1.93	2.22	5.16	6.98	8.51	4	4	4
120	Castellammare di Stabia	Na	05	01	0.12	0.16	0.19	0.31	0.41	0.51	4	4	4
120	Castellammare di Stabia	Na	05	02	0.20	0.27	0.33	1.07	1.44	1.75	4	4	4
120	Castellammare di Stabia	Na	05	03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00			
120	Castellammare di Stabia	Na	05	04	0.13	0.17	0.21	0.62	1.15	1.40	3	4	4
120	Castellammare di Stabia	Na	05	05	0.24	0.33	0.40	1.28	1.71	2.08	4	4	4
120n	Castellammare di Stabia	Na	07	01	0.31	0.41	0.50	0.04	0.06	0.07			
120n	Castellammare di Stabia	Na	07	02	0.81	1.09	1.33	0.22	0.30	0.37	3	4	4
120n	Castellammare di Stabia	Na	07	03	0.39	0.53	0.65	0.15	0.21	0.25	1	1	1
120n	Castellammare di Stabia	Na	07	04	0.82	1.11	1.35	0.22	0.36	0.43	4	4	4
120k	Castellammare di Stabia	Na	08	01	0.11	0.15	0.19	0.32	0.43	0.53	1	1	1
032a	Cava dei Tirreni	Sa	01	01	0.25	0.34	0.42	0.05	0.05	0.05			
032a	Cava dei Tirreni	Sa	01	02	0.09	0.13	0.15	0.23	0.32	0.39	2	2	2
032a	Cava dei Tirreni	Sa	01	03	0.29	0.39	0.47	0.67	0.91	1.11			
036	Cava dei Tirreni	Sa	02	01	0.04	0.06	0.07	0.06	0.10	0.13			
036	Cava dei Tirreni	Sa	02	02	0.05	0.07	0.09	0.06	0.13	0.15			
036	Cava dei Tirreni	Sa	02	03	0.04	0.05	0.06	0.10	0.13	0.15			
030	Cava dei Tirreni	Sa	02	04	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10			
030	Cava dei Tirreni	Sa	02	05	1.09	2.29	2.79	0.45	0.60	0.81	4	4	4
036	Cava dei Tirreni	Sa	02	06	0.59	0.80	0.98	1.42	1.92	2.35	4	4	4

Bacino	Comune	Provincia	Asita	Sezione	Q _{max} /Q ₀ [m³/s]	Q _{max} /Q ₀ [m³/s]	Q _{max} /Q ₀ [m³/s]	Q _{max} /Q ₀ [m³/s]	Q _{max} /Q ₀ [m³/s]	Q _{max} /Q ₀ [m³/s]	Pericolosità T=10	Pericolosità T=100	Pericolosità T=300	Pericolosità
C36	Cava de Tirreri	Sa	02	07	0.05	3.07	0.09	0.19	0.25	0.31		4		4
C36	Cava de Tirreri	Sa	02	08	0.15	3.25	0.50	0.16	1.03	1.23	2		2	2
C36	Cava de Tirreri	Sa	02	09	0.15	3.25	0.50	0.16	1.03	1.23	2		2	2
C35	Cava de Tirreri	Sa	03	01	0.25	3.36	0.44	0.35	0.47	0.57				1
C35	Cava de Tirreri	Sa	03	02	0.25	3.39	0.48	0.78	1.06	1.26	2		2	2
C35	Cava de Tirreri	Sa	03	03	1.25	1.73	2.11	0.50	0.68	0.83	4	4	2	4
C34	Cava de Tirreri	Sa	04	01	0.04	3.05	0.65	0.06	0.08	0.10				
C34	Cava de Tirreri	Sa	04	02	0.11	3.15	0.18	0.17	0.24	0.29				
C34	Cava de Tirreri	Sa	04	03	0.03	3.04	0.65	0.07	0.10	0.12				
C34	Cava de Tirreri	Sa	04	04	0.07	3.10	0.12	0.22	0.30	0.37				
C34	Cava de Tirreri	Sa	04	05	0.02	3.03	0.63	0.05	0.07	0.06				
C34	Cava de Tirreri	Sa	04	06	0.45	3.66	0.80	1.37	1.71	2.09	4	4	2	4
C34a	Cava de Tirreri	Sa	05	01	6.15	3.25	10.07	6.80	8.93	10.89	4	4	2	4
C34a	Cava de Tirreri	Sa	05	02	1.75	2.36	2.88	2.32	3.14	3.83	4	4	2	4
C31	Cava de Tirreri	Sa	05	01	0.05	3.08	0.10	0.13	0.18	0.22				
C31	Cava de Tirreri	Sa	05	02	0.35	3.47	0.57	0.73	0.98	1.20	2	2	2	2
C31	Cava de Tirreri	Sa	05	03	0.22	3.29	0.35	0.57	0.77	0.94	2	1	1	2
C31	Cava de Tirreri	Sa	05	04	0.45	3.54	0.65	1.70	2.30	2.01	4	4	2	4
C29	Cava de Tirreri	Sa	06	01	0.01	3.02	0.62	0.06	0.08	0.10				
C29	Cava de Tirreri	Sa	06	02	0.15	3.20	0.74	0.21	0.28	0.34				
C29	Cava de Tirreri	Sa	06	03	6.48	3.76	10.69	12.03	16.27	19.84	4	4	2	4
C29	Cava de Tirreri	Sa	06	04	0.85	1.15	1.41	0.22	0.29	0.36	3	4	2	4
C29	Cava de Tirreri	Sa	06	05	0.13	3.18	0.21	0.46	0.63	0.76		1	1	1
C28e	Cava de Tirreri	Sa	09	01	7.65	10.39	12.66	1.96	2.68	3.26	4	4	2	4
C28e	Cava de Tirreri	Sa	09	02	0.11	3.15	0.16	0.20	0.38	0.46				
C28e	Cava de Tirreri	Sa	09	03	0.82	1.11	1.35	2.75	3.71	4.53	4	4	2	4
C28e	Cava de Tirreri	Sa	09	04	1.31	1.77	2.16	0.26	0.36	0.43	4	4	2	4
C28e	Cava de Tirreri	Sa	09	05	0.15	3.21	0.26	0.82	1.02	1.21	2	2	2	2
C28d	Cava de Tirreri	Sa	10	01	0.13	3.17	0.21	0.30	0.41	0.50	4	4	2	4
C28d	Cava de Tirreri	Sa	10	02	0.34	3.45	0.55	0.80	1.08	1.32	2	4	2	4
C28d	Cava de Tirreri	Sa	11	01	0.07	3.09	0.11	0.21	0.29	0.35				
C28d	Cava de Tirreri	Sa	11	02	0.75	1.01	1.24	0.22	0.29	0.36	2	4	2	4
C28d	Cava de Tirreri	Sa	12	01	0.97	1.32	1.60	1.95	2.64	3.21	4	4	2	4
C28d	Cava de Tirreri	Sa	12	02	0.06	3.09	0.11	0.25	0.34	0.41				
C28d	Cava de Tirreri	Sa	12	03	0.11	3.15	0.18	0.42	0.57	0.69		1	1	1
C28d	Cava de Tirreri	Sa	12	04	0.22	3.30	0.37	0.02	0.02	0.03				
C28d	Cava de Tirreri	Sa	12	05	0.05	3.12	0.15	0.30	0.40	0.48				
C28d	Cava de Tirreri	Sa	12	06	1.33	1.80	2.20	2.31	3.80	4.64	4	4	2	4
C28d	Cava de Tirreri	Sa	12	07	0.14	3.18	0.22	0.53	0.72	0.88	2	1	1	2
C25d	Ercolano	Na	02	06	0.07	3.09	0.11	0.14	0.15	0.23				
C25d	Ercolano	Na	02	07	0.17	3.22	0.27	0.38	0.38	0.47				
C25d	Ercolano	Na	02	08	0.05	3.09	0.03	0.02	0.03	0.03				
C25d	Ercolano	Na	04	15	0.14	3.18	0.22	0.01	0.02	0.02				
C25d	Ercolano	Na	04	17	0.07	3.10	0.12	0.21	0.20	0.34				
C25d	Ercolano	Na	04	18	0.05	3.13	0.16	0.20	0.27	0.33				
C25d	Ercolano	Na	04	19	0.13	3.18	0.22	0.47	0.63	0.77		1	1	1
C78	Fisciano	Sa	02	05	0.31	3.42	0.51	0.50	0.68	0.83	2	1	1	2
C78	Fisciano	Sa	02	06	3.12	4.24	5.17	8.26	11.17	13.63	4	4	2	4
C77	Fisciano	Sa	03	07	0.23	3.31	0.38	0.62	0.84	1.02		2	2	2
C77	Fisciano	Sa	03	08	0.35	3.40	0.49	0.84	1.13	1.36	3	4	2	4
C77	Fisciano	Sa	03	09	0.45	3.62	0.75	0.93	1.20	1.55	3	4	2	4

Racina	Comune	Provincia	Asta	Sezione	Q_{350}/Q_c	Q_{350}/Q_c	Q_{350}/Q_c	Q_{350}/Q_c	Q_{350}/Q_c	Q_{350}/Q_c	Pericolosità, T=30	Pericolosità, T=100	Pericolosità, T=300	Pericolosità
077	Fisciano	SA	03	10	1.14	1.54	1.88	3.75	5.07	6.19	4	4	2	4
096a	Fisciano	SA	04	12	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01				
096b	Fisciano	SA	04	13	19.66	26.60	32.41	4.58	5.23	7.56	4	4	2	4
122f	Massa Lubrense	NA	01	01	0.11	0.14	0.17	0.42	0.57	0.69		1		1
122f	Massa Lubrense	NA	01	02	1.63	3.20	3.68	0.76	1.02	1.34	4	4	2	4
122a	Massa Lubrense	NA	02	01	0.04	0.05	0.06	0.01	0.01	0.02				
122a	Massa Lubrense	NA	02	02	0.04	0.06	0.07	0.17	0.23	0.28				
122a	Massa Lubrense	NA	02	03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01				
122a	Massa Lubrense	NA	02	04	1.81	2.18	2.68	0.50	0.67	0.82	4	4	2	4
121	Massa Lubrense	NA	03	01	3.80	5.13	6.25	1.18	1.59	1.84	4	4	2	4
121	Massa Lubrense	NA	03	02	1.88	2.14	2.61	1.23	1.67	2.03	4	4	2	4
121	Massa Lubrense	NA	03	04	0.10	0.14	0.17	0.01	0.02	0.03	4	4	2	4
121	Massa Lubrense	NA	03	05	0.39	0.53	0.64	0.05	0.07	0.09				
121	Massa Lubrense	NA	03	06	61.00	82.50	100.50	76.09	105.50	128.54	4	4	2	4
121	Massa Lubrense	NA	03	07	32.18	43.52	55.01	9.01	12.18	14.84	4	4	2	4
121	Massa Lubrense	NA	03	08	37.78	51.10	62.25	8.43	11.70	13.88	4	4	2	4
121	Massa Lubrense	NA	04	01	7.97	10.78	13.13	2.76	3.74	4.95	4	4	2	4
123c	Massa Lubrense	NA	05	01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01				
121	Massa Lubrense	NA	06	01	0.74	1.00	1.22	0.15	0.23	0.24	2	4	2	4
095	Mercato S. Severino	SA	02	01	0.31	0.42	0.51	0.71	0.95	1.17	2	2	2	2
095	Mercato S. Severino	SA	02	02	0.13	0.18	0.22	0.05	0.05	0.08	4	4	2	4
095	Mercato S. Severino	SA	02	03	6.00	8.11	9.89	6.03	8.15	9.94	4	4	2	4
095	Mercato S. Severino	SA	02	04	4.32	5.84	7.12	2.37	3.23	3.90	4	4	2	4
092a	Mercato S. Severino	SA	03	01	0.28	0.38	0.46	0.52	0.73	0.86	2	1	2	2
092a	Mercato S. Severino	SA	03	02	0.52	0.71	0.86	0.91	1.23	1.49	3	4	2	4
092a	Mercato S. Severino	SA	03	03	2.28	3.09	3.76	2.16	2.92	3.55	4	4	2	4
092b	Mercato S. Severino	SA	04	04	0.50	0.68	0.83	0.91	1.23	1.49	3	4	2	4
092b	Mercato S. Severino	SA	04	05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02				
096a	Mercato S. Severino	SA	04	02	0.96	1.39	1.71	2.50	3.63	4.45	4	4	2	4
096a	Mercato S. Severino	SA	05	01	1.03	1.39	1.69	0.37	0.53	0.61	4	4	2	4
096a	Mercato S. Severino	SA	05	02	0.35	0.48	0.59	0.59	0.83	0.97	2	1	2	2
096a	Mercato S. Severino	SA	05	03	0.16	0.21	0.25	0.22	0.23	0.35				
096a	Mercato S. Severino	SA	05	04	0.43	0.59	0.72	0.75	1.02	1.24	2	4	2	4
096a	Mercato S. Severino	SA	05	05	0.22	0.29	0.36	0.15	0.23	0.24				
096a	Mercato S. Severino	SA	05	06	1.63	2.20	2.69	0.62	0.84	1.02	4	4	2	4
097	Mercato S. Severino	SA	06	07	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.07				
097	Mercato S. Severino	SA	06	01	1.34	1.81	2.21	1.15	1.55	1.80	4	4	2	4
097	Mercato S. Severino	SA	06	02	1.42	1.92	2.34	1.30	1.73	2.15	4	4	2	4
097	Mercato S. Severino	SA	06	03	0.52	0.70	0.85	0.90	1.21	1.40	3	4	2	4
097	Mercato S. Severino	SA	06	04	4.31	5.83	7.11	10.13	13.68	16.66	4	4	2	4
097	Mercato S. Severino	SA	06	05	0.78	1.05	1.28	1.89	2.55	3.12	4	4	2	4
097	Mercato S. Severino	SA	06	06	0.04	0.05	0.06	0.15	0.23	0.24				
097	Mercato S. Severino	SA	06	07	0.10	0.14	0.17	0.28	0.37	0.46				
097	Mercato S. Severino	SA	06	08	0.05	0.06	0.08	0.21	0.24	0.25				
097	Mercato S. Severino	SA	06	09	0.03	0.04	0.05	0.27	0.31	0.35	4	4	2	4
097	Mercato S. Severino	SA	06	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
097	Mercato S. Severino	SA	06	11	0.02	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00				
097	Mercato S. Severino	SA	06	12	0.03	0.05	0.06	0.00	0.01	0.01				
097	Mercato S. Severino	SA	06	13	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00				
097	Mercato S. Severino	SA	06	14	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01				
097	Mercato S. Severino	SA	06	15	1.89	2.51	3.06	1.76	2.41	2.94	4	4	2	4
097	Mercato S. Severino	SA	06	16	4.35	5.89	7.17	2.96	4.01	4.89	4	4	2	4
097	Mercato S. Severino	SA	06	17	0.05	0.07	0.08	0.11	0.15	0.19				

Bacino	Comune	Provincia	Asta	Sezione	Q_{100}/Q_{10} [m³/s]	Q_{100}/Q_{10} [m³/s]	Q_{100}/Q_{10} [m³/s]	Q_{100}/Q_{10} [m³/s]	Q_{100}/Q_{10} [m³/s]	Q_{100}/Q_{10} [m³/s]	Percolosa, I=30	Percolosa, I=100	Percolosa, I=300	Percolosa
070	Montoro Inferiore	Av	02	C1	732.55	991.20	1208.19	0.64	0.87	1.36	4	4	2	4
070	Montoro Inferiore	Av	02	C2	984	1332	1624	0.63	0.85	1.33	4	4	2	4
070	Montoro Inferiore	Av	02	C3	0.04	0.06	0.07	0.19	0.26	0.32				
070	Montoro Inferiore	Av	02	C4	0.38	0.51	0.62	0.77	1.04	1.26	2	4	2	4
070	Montoro Inferiore	Av	02	C5	7.12	9.64	11.75	9.30	12.58	15.33	4	4	2	4
058a	Montoro Inferiore	Av	03	C1	0.37	0.49	0.60	0.83	1.12	1.36	3	4	2	4
058a	Montoro Inferiore	Av	03	C2	0.62	0.84	1.02	1.27	1.72	2.10	4	4	2	4
060	Montoro Inferiore	Av	04	C1	1.63	2.20	2.68	0.85	1.14	1.40	4	4	2	4
060	Montoro Inferiore	Av	04	C2	1.97	2.67	3.23	1.59	2.15	2.83	4	4	2	4
060	Montoro Inferiore	Av	04	C3	1.97	2.67	3.23	1.59	2.15	2.83	4	4	2	4
060	Montoro Inferiore	Av	04	C4	1.32	1.79	2.13	1.14	1.54	1.98	4	4	2	4
060	Montoro Inferiore	Av	04	C5	1.54	2.06	2.54	1.59	2.15	2.83	4	4	2	4
060	Montoro Inferiore	Av	04	C6	0.28	0.39	0.47	0.56	0.75	0.92	2	1	1	2
060	Montoro Inferiore	Av	04	C7	0.89	1.20	1.46	0.84	1.12	1.37	3	4	2	4
060	Montoro Inferiore	Av	04	C8	0.73	0.98	1.20	1.52	2.06	2.51	4	4	2	4
060	Montoro Inferiore	Av	04	C9	0.97	1.31	1.69	2.08	2.83	3.43	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	01	C1	1.00	1.31	1.64	1.57	2.13	2.58	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	01	C2	0.09	0.12	0.15	0.07	0.09	0.12				
064	Montoro Superiore	Av	01	C3	0.03	0.05	0.06	0.03	0.05	0.06	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	01	C4	1.14	1.54	1.83	2.36	3.19	3.99	1	1	1	1
064	Montoro Superiore	Av	01	C5	0.17	0.23	0.28	0.43	0.58	0.71	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	01	C6	15.07	20.33	24.63	3.94	4.92	6.00	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	02	C1	0.32	0.43	0.53	0.83	1.12	1.37	3	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	02	C2	0.35	0.47	0.57	0.83	1.12	1.37	3	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	02	C3	1.76	2.38	2.91	3.81	5.16	6.78	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	02	C4	1.87	2.55	3.03	3.81	5.16	6.78	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	02	C5	0.54	0.73	0.89	0.05	0.07	0.09	2	1	1	2
064	Montoro Superiore	Av	02	C6	0.73	0.99	1.21	2.17	2.94	3.58	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	02	C7	0.65	0.86	1.07	1.45	1.98	2.41	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	03	C1	2.72	3.66	4.43	0.73	0.96	1.20	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	03	C2	0.05	0.06	0.10	0.10	0.13	0.16				
064	Montoro Superiore	Av	03	C3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02				
064	Montoro Superiore	Av	03	C4	0.13	0.17	0.21	0.03	0.04	0.04				
064	Montoro Superiore	Av	03	C5	0.33	0.44	0.54	0.09	0.13	0.15				
064	Montoro Superiore	Av	03	C6	0.81	1.09	1.33	2.27	3.08	3.75	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	04	C1	1.51	2.06	2.49	3.35	4.56	5.54	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	04	C2	7.38	10.02	12.15	5.43	7.37	8.95	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	04	C3	7.94	10.79	13.08	5.61	7.61	9.25	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	05	C1	0.69	0.94	1.14	1.65	2.23	2.71	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	05	C2	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09				
064	Montoro Superiore	Av	05	C3	0.04	0.05	0.06	0.11	0.15	0.18				
064	Montoro Superiore	Av	05	C4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03				
064	Montoro Superiore	Av	05	C5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03				
064	Montoro Superiore	Av	05	C6	0.02	0.04	0.05	0.06	0.12	0.14				
064	Montoro Superiore	Av	05	C7	0.02	0.03	0.03	0.04	0.09	0.11				
064	Montoro Superiore	Av	05	C8	0.03	0.04	0.04	0.09	0.13	0.15				
064	Montoro Superiore	Av	05	C9	0.04	0.06	0.08	0.11	0.16	0.18				
064	Montoro Superiore	Av	05	C10	0.31	0.42	0.51	0.68	1.33	1.82	3	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	05	C11	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06				
064	Montoro Superiore	Av	05	C12	1.06	1.44	1.75	3.28	4.43	5.40	4	4	2	4
064	Montoro Superiore	Av	05	C13	0.10	0.14	0.17	0.41	0.56	0.68	1	1	1	1
064	Montoro Superiore	Av	05	C14	0.03	0.04	0.05	0.13	0.17	0.21				
064	Montoro Superiore	Av	05	C15	0.03	0.05	0.06	0.08	0.11	0.14				
064	Montoro Superiore	Av	05	C16	0.05	0.06	0.08	0.11	0.16	0.18				

Racina	Comune	Provincia	Asa	Sezioni	Q_{10}/Q_{10} [m³/s]	Q_{10}/Q_{10} [m³/s]	Q_{10}/Q_{10} [m³/s]	Q_{10}/Q_{10} [m³/s]	Q_{10}/Q_{10} [m³/s]	Q_{10}/Q_{10} [m³/s]	Pericolosità, T=50	Pericolosità, T=100	Pericolosità, T=200	Pericolosità
040e	Nocera Superiore	SA	01	03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.31	0.01				
040f	Nocera Superiore	SA	01	04	0.02	0.03	0.04	0.07	0.10	0.12				
040g	Nocera Superiore	SA	02	01	0.23	1.50	0.25	0.34	0.42		3	4	2	4
040h	Nocera Superiore	SA	02	02	0.81	1.34	1.81	2.14	2.68		4	4	2	4
040i	Nocera Superiore	SA	02	03	1.03	1.69	2.29	3.10	3.78		4	4	2	4
040j	Nocera Superiore	SA	02	04	0.85	1.40	2.39	3.23	3.94		4	4	2	4
039	Nocera Superiore	SA	03	01	0.03	0.04	0.04	0.35	0.07					
039	Nocera Superiore	SA	03	02	0.05	0.07	0.09	0.14	0.19	0.23				
039	Nocera Superiore	SA	03	03	0.04	0.05	0.07	0.11	0.15	0.18				
118a	Pagani	SA	03	08	0.06	0.08	0.10	0.19	0.26	0.32				
118a	Pagani	SA	03	10	0.04	0.06	0.07	0.13	0.18	0.22				
118a	Pagani	SA	03	11	0.66	0.89	1.09	0.47	0.34	0.78	2	2	2	2
121a	Piano di Sorrento	NA	01	01	0.97	1.31	1.60	1.81	2.17	2.65	4	4	2	4
121b	Piano di Sorrento	NA	01	02	0.23	0.31	0.37	0.49	0.56	0.81	4	4	1	1
121c	Piano di Sorrento	NA	01	03	0.91	1.24	1.51	1.97	2.36	3.24	4	4	2	4
121d	Piano di Sorrento	NA	01	04	0.24	0.32	0.39	0.50	0.57	0.82	4	4	1	1
121e	Piano di Sorrento	NA	01	05	4.07	5.48	3.68	12.72	17.13	20.86	4	4	2	4
120y	Pimonte	NA	01	01	0.04	0.06	0.07	0.01	0.21	0.01				
120y	Pimonte	NA	01	02	0.34	0.47	0.57	1.22	1.56	2.02	4	4	2	4
120y	Pimonte	NA	01	03	0.10	0.14	0.17	0.40	0.54	0.65	4	4	1	1
120y	Pimonte	NA	01	04	0.57	0.77	0.94	0.08	0.10	0.12	2	2	1	1
120y	Pimonte	NA	02	01	0.54	0.73	0.89	0.06	0.09	0.11	2	2	1	1
120y	Pimonte	NA	03	01	0.56	0.74	0.89	0.0	0.14	0.17	2	2	1	1
120y	Pimonte	NA	04	01	0.20	0.27	0.33	0.38	0.52	0.63	4	4	2	4
120y	Pimonte	NA	04	02	0.70	0.95	1.15	2.22	3.31	3.67	4	4	2	4
120y	Pimonte	NA	04	03	0.06	0.08	0.10	0.01	0.31	0.01				
120y	Pimonte	NA	04	04	4.42	5.91	7.29	11.79	15.95	15.44	4	4	2	4
120y	Pimonte	NA	05	01	0.10	0.14	0.17	0.49	0.57	0.81	4	4	1	1
120y	Pimonte	NA	05	02	0.04	0.05	0.07	0.01	0.31	0.02				
120y	Pimonte	NA	05	03	0.75	1.01	1.23	1.71	2.31	2.82	4	4	2	4
120y	Pimonte	NA	06	01	0.14	0.19	0.23	0.06	0.09	0.11				
120y	Pimonte	NA	07	01	0.02	0.03	0.04	0.14	0.19	0.23				
120y	Pimonte	NA	07	02	0.32	0.43	0.53	1.37	2.12	2.58	4	4	2	4
121i	S. Agnello	NA	01	01	0.53	0.71	0.87	1.15	1.55	1.89	4	4	2	4
121i	S. Agnello	NA	01	02	0.37	0.50	0.61	1.55	2.39	2.55	4	4	2	4
121i	S. Agnello	NA	01	03	1.02	1.37	1.68	3.32	4.30	5.48	4	4	2	4
121i	S. Agnello	NA	01	04	1.95	2.63	3.21	6.20	8.38	10.21	4	4	2	4
121i	S. Agnello	NA	02	01	0.00	0.02	1.00	0.77	1.25	1.28	2	4	2	4
121i	S. Agnello	NA	02	02	0.16	0.22	0.23	0.21	0.28	0.34				
121i	S. Agnello	NA	02	03	0.22	0.30	0.37	0.03	0.35	0.06				
121i	S. Agnello	NA	02	04	0.39	0.53	0.65	1.44	1.95	2.38	4	4	2	4
121i	S. Agnello	NA	02	05	0.22	0.29	0.35	0.68	0.92	1.12	2	2	2	2
121i	S. Agnello	NA	02	06	0.11	0.15	0.19	0.40	0.52	0.70	1	1	1	1
121i	S. Agnello	NA	02	07	0.10	0.12	0.14	0.24	0.33	0.40				
112a	S. Egidio del Monte Albino	SA	01	01	0.07	0.08	0.07	0.16	0.22	0.26				
112a	S. Egidio del Monte Albino	SA	01	02	0.04	0.05	0.06	0.15	0.20	0.24	4	4	2	4
112a	S. Egidio del Monte Albino	SA	01	03	0.70	0.95	1.15	2.20	2.96	3.63				
112a	S. Egidio del Monte Albino	SA	01	04	0.30	0.40	0.49	0.48	0.55	0.79	1	1	1	1
112a	S. Egidio del Monte Albino	SA	01	05	0.50	0.67	0.82	1.32	1.70	2.17	4	4	2	4
007	Sarno	SA	61	01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.33	0.04				
007	Sarno	SA	61	02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.32	0.03				
007	Sarno	SA	61	03	1.74	2.35	2.87	1.24	1.98	2.04	4	4	2	4
007	Sarno	SA	61	04	0.08	0.10	0.12	0.23	0.31	0.38				
007	Sarno	SA	61	108	0.36	0.48	0.59	0.69	0.93	1.13	2	2	2	2

Bacino	Comune	Provincia	Asse	Sezione	Q ₉₅ /Q ₁₀ [m³/s]	Q ₁₀₀ /Q ₁₀ [m³/s]	Q ₉₅ /Q ₁₀ [m³/s]	Q ₁₀₀ /Q ₁₀ [m³/s]	Q ₉₅ /Q ₁₀ [m³/s]	Q ₁₀₀ /Q ₁₀ [m³/s]	Pericolosità T=30	Pericolosità T=100	Pericolosità T=300	Pericolosità
041	Salerno	SA	08	09	14.30	19.20	23.41	28.34	34.27	41.77	4	4	2	4
041	Salerno	SA	08	10	1.76	2.38	2.90	3.41	4.61	5.62	4	4	2	4
041	Salerno	SA	09	01	5.40	7.33	8.94	1.82	2.47	3.01	4	4	2	4
041	Salerno	SA	09	02	0.51	0.69	0.84	1.65	2.23	2.72	4	4	2	4
042	Salerno	SA	10	01	0.90	0.68	0.83	0.08	0.11	0.13	2	1	1	2
042	Salerno	SA	10	02	0.15	0.20	0.25	0.02	0.03	0.03				
042	Salerno	SA	10	03	0.03	0.04	0.05	0.00	0.01	0.01				
042	Salerno	SA	10	04	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01				
042	Salerno	SA	10	05	0.03	0.04	0.05	0.08	0.10	0.13				
042	Salerno	SA	10	06	0.27	0.37	0.45	0.53	0.72	0.87	2	1	1	2
043	Salerno	SA	11	01	0.68	1.33	1.62	2.70	3.65	4.45	4	4	2	4
043	Salerno	SA	11	02	0.14	1.01	1.22	1.78	2.40	2.93	4	4	2	4
043	Salerno	SA	11	03	0.05	0.06	0.08	0.16	0.22	0.28				
043	Salerno	SA	11	04	0.13	0.18	0.22	0.24	0.33	0.43				
043	Salerno	SA	12	01	0.12	0.17	0.20	0.02	0.03	0.04				
043	Salerno	SA	12	02	0.07	0.09	0.11	0.03	0.04	0.04				
044	Salerno	SA	12	03	5.22	7.05	8.61	6.61	8.94	10.50	4	4	2	4
044	Salerno	SA	12	04	0.40	0.54	0.66	0.06	0.11	0.15		1	1	1
045	Salerno	SA	13	02	0.06	0.08	0.09	0.01	0.01	0.01				
045	Salerno	SA	13	02	0.06	0.08	0.09	0.01	0.01	0.01				
045	Salerno	SA	14	01	0.60	0.81	0.98	2.35	3.17	3.87	4	4	2	4
045	Salerno	SA	14	02	1.63	2.48	3.02	5.28	7.14	8.71	4	4	2	4
045	Salerno	SA	15	01	2.65	3.38	4.35	1.38	1.86	2.25	4	4	2	4
052	Salerno	SA	16	01	13.18	17.82	21.73	2.06	2.79	3.43	4	4	2	4
052	Salerno	SA	16	02	1.08	1.49	1.79	1.87	2.52	3.03	4	4	2	4
052	Salerno	SA	16	03	1.14	1.51	1.88	1.87	2.52	3.03	4	4	2	4
122	Sorto	NA	01	01	0.21	0.28	0.34	0.19	0.25	0.31				
122	Sorto	NA	01	02	1.88	2.54	3.09	2.13	2.88	3.51	4	4	2	4
122	Sorto	NA	01	03	0.47	0.64	0.77	0.08	0.11	0.13				
122	Sorto	NA	01	04	0.06	0.08	0.10	0.18	0.24	0.29				
122	Sorto	NA	02	01	0.09	0.12	0.14	0.25	0.33	0.41				
124	Torre del Greco	NA	01	02	0.16	0.20	0.24	0.40	0.64	0.88		1	1	1
124	Torre del Greco	NA	01	03	0.17	0.23	0.28	0.46	0.62	0.78		1	1	1
124	Torre del Greco	NA	01	04	0.03	0.04	0.05	0.08	0.10	0.12				
124	Torre del Greco	NA	01	05	0.24	0.33	0.40	0.42	0.57	0.70		1	1	1
124	Torre del Greco	NA	01	07	0.24	0.33	0.40	0.61	0.83	1.01	2	2	2	2
124	Torre del Greco	NA	01	08	0.09	0.07	0.08	0.11	0.15	0.18				
124	Torre del Greco	NA	01	09	0.20	0.30	0.46	0.59	0.80	0.93	2	2	2	2
124	Torre del Greco	NA	01	10	0.64	1.13	1.38	0.07	0.10	0.12	3	4	2	4
124	Torre del Greco	NA	01	11	0.11	0.14	0.18	0.19	0.25	0.31				
124b	Torre del Greco	NA	02	14	39.41	53.30	64.99	12.93	17.43	21.32	4	4	2	4
124b	Torre del Greco	NA	02	16	0.15	0.20	0.25	0.31	0.41	0.50				
125	Torre del Greco	NA	04	22	0.13	0.17	0.21	0.24	0.32	0.39				
125	Torre del Greco	NA	04	23	0.00	11.63	14.17	12.57	17.03	20.71	4	4	2	4
125	Torre del Greco	NA	04	24	0.04	0.05	0.07	0.12	0.16	0.19				
125	Torre del Greco	NA	04	25	2.06	2.79	3.40	5.27	7.13	8.63	4	4	2	4
125h	Torre del Greco	NA	05	26	7.92	10.71	13.08	11.71	15.83	19.30	4	4	2	4
125h	Torre del Greco	NA	05	28	2.80	3.78	4.61	8.11	10.95	13.56	4	4	2	4
125h	Torre del Greco	NA	05	29	0.25	0.34	0.41	0.04	0.05	0.06				
125h	Torre del Greco	NA	05	31	0.02	0.03	0.03	0.07	0.10	0.12				
125h	Torre del Greco	NA	05	32	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05				
125h	Torre del Greco	NA	05	32	2.28	3.08	3.78	4.05	5.48	6.63	4	4	2	4
125b	Torre del Greco	NA	07	36	0.05	0.07	0.09	0.13	0.18	0.22				

Bacino	Comune	Provincia	Asta	Sezione	Q_{233}/C_u [m³/s]	Q_{192}/Q_u [m³/s]	Q_{132}/Q_u [m³/s]	Q_{108}/Q_{27} [m³/s]	Q_{108}/Q_{27} [m³/s]	Q_{391}/Q_{27} [m³/s]	Pericolosità T=30	Pericolosità T=100	Pericolosità T=300	Pericolosità
121q	Vico Equense	Na	01	01	0.49	0.68	0.02	1.32	1.78	0.11		1		1
121q	Vico Equense	Na	01	02	0.66	0.76	0.02	1.32	1.78	0.11	4	4	2	4
121a	Vico Equense	Na	02	01	0.61	0.82	1.00	2.35	3.19	3.38	4	4	2	4
121a	Vico Equense	Na	02	02	0.04	0.05	0.06	0.01	0.02	0.32				
121a	Vico Equense	Na	02	03	0.04	0.05	0.06	0.23	0.31	0.38				
121i	Vico Equense	Na	03	01	0.70	0.95	1.16	1.43	2.02	2.46	4	4	2	4
121i	Vico Equense	Na	03	02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.32				
121i	Vico Equense	Na	03	03	0.00	0.12	0.14	0.14	0.19	0.34				
121i	Vico Equense	Na	03	04	1.98	2.68	3.26	3.61	4.86	5.33	4	4	2	4
121p	Vico Equense	Na	04	01	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.34				
121p	Vico Equense	Na	04	02	0.16	0.22	0.27	0.75	1.04	1.36	2	4	2	4
121p	Vico Equense	Na	04	03	0.03	0.04	0.05	0.13	0.17	0.31				
121m	Vico Equense	Na	05	01	2.53	3.45	4.2	3.93	5.36	6.53	4	4	2	4
121m	Vico Equense	Na	06	01	0.12	0.16	0.19	0.13	0.22	0.37				
121m	Vico Equense	Na	06	02	2.47	3.34	4.07	3.71	5.02	6.17	4	4	2	4
121m	Vico Equense	Na	06	03	0.21	0.28	0.35	0.01	0.02	0.32				
121m	Vico Equense	Na	06	04	2.77	3.75	4.57	0.19	0.26	0.31	4	4	2	4
121m	Vico Equense	Na	06	05	1.75	2.37	2.88	2.23	2.97	3.53	4	4	2	4
121m	Vico Equense	Na	06	06	2.04	2.75	3.36	1.59	2.15	2.52	4	4	2	4
121m	Vico Equense	Na	06	07	4.42	6.08	7.29	0.23	0.30	0.47	4	4	2	4

Tabella 1: Punti critici e livelli di pericolosità per le aste montane

A partire dalle aree inondabili così tracciate, sono state delimitate due fasce:

- la **fascia A**, corrispondente alle aree immediatamente limitrofe al corso d'acqua ed ai "punti di criticità" individuati, cui è stato assegnato un livello di pericolosità molto elevato;
- la **fascia B**, corrispondente alla conoide alluvionale morfologica, cui è stato assegnato un livello di pericolosità elevato.

E' opportuno sottolineare che la fasce così definite sono assimilabili a quelle perimetrate per le aste di fondovalle soltanto in termini di pericolosità, essendo evidentemente la definizione idraulica del fenomeno completamente differente nei due casi.

Nella definizione della pericolosità idraulica delle aste montane, per i comuni di Sarno, Siano e Bracigliano, si è tenuto conto delle opere a oggi realizzate e collaudate nell'ambito del programma di sistemazione idrologica previsto dal Commissariato di Governo Regionale istituito dopo gli eventi alluvionali del 5 e 6 maggio del 1998 ed oggi confluito in ARCADIS.

9.1 Tracciamento delle scale di deflusso e mappatura delle aree inondabili

In base ai rilievi topografici è stato possibile una schematizzazione dettagliata delle sezioni d'alveo e, quindi, l'individuazione delle condizioni di moto uniforme e di stato critico che si instaurano nella singola asta fluviale.

Per le condizioni di moto uniforme, è stata utilizzata la ben nota formula di Gauckler e Strickler:

$$Q = K \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

dove:

- Q è la portata;
- K è il coefficiente di scabrezza ed è stato posto pari a $40 \text{ m/s}^{1/3}$ per i tratti d'alveo canalizzati e pari a $30 \text{ m/s}^{1/3}$ per gli alvei naturali;
- A è l'area della sezione bagnata;
- R è il raggio idraulico pari al rapporto tra area della sezione bagnata e perimetro bagnato;
- i è la pendenza di fondo dell'alveo.

Per le condizioni di stato critico, invece, si è esplicitata e risolta l'equazione:

$$\frac{Q^2}{g \cdot A^3} \cdot \frac{dA}{dh} = \frac{Q^2}{g \cdot A^3} \cdot B = 1 \quad (2)$$

dove:

- B è la larghezza in superficie;
- g è l'accelerazione di gravità.

Le scale di deflusso, calcolate sulla base delle precedenti equazioni, sono riportate in allegato.

10 STUDIO IDRAULICO DELLE ASTE FLUVIALI VALLIVE

Lo studio idraulico delle *aste vallive* del bacino idrografico del fiume Sarno è risultato complesso ed articolato, essendo i vari tratti in studio caratterizzati da condizioni molto differenti sia in termini di morfologia delle aree latitanti che di interferenza con l'antropico. Pertanto, si è proceduto preliminarmente a definire :

- la geometria dei corsi d'acqua e la morfologia delle aree limitrofe;
- la capacità delle sezioni idrauliche nei tratti di interesse.

Detta analisi ha consentito di individuare tutti i tronchi insufficienti a contenere le portate di piena stimate e di distinguere i tratti sui quali poter procedere alla modellazione in moto permanente da quelli per i quali si è reso necessario stimare i volumi di esondazione mediante l'approccio idrologico-idraulico di cui si è detto. In figura 2 si riporta uno schema di sintesi dei corsi d'acqua ove è stato utilizzato il modello di moto permanente e quelli in cui si è reso necessario il calcolo dell'idrogramma di piena per l'individuazione delle aree di espansione dell'onda. In entrambi i casi i risultati ottenuti hanno consentito di definire lungo i corsi d'acqua le aree inondabili con periodo di ritorno $T=100$ e $T=300$ anni, i livelli di pericolosità idraulica e, conseguentemente, le fasce fluviali. I risultati ottenuti sono stati tarati e verificati utilizzando i dati storici di allagamento reperiti attraverso un'apposita campagna di indagini in situ e riportati al paragrafo 10.2.

10.1 Caratterizzazione geometrica del corso d'acqua e delle aree ad esso limitrofe

10.1.1 Cartografia di base

La base cartografica utilizzata per definire la topografia delle aree limitrofe ai corsi d'acqua oggetto dello studio è costituita dalla cartografia in scala 1:5.000 assemblata dal C.E.D. dell'ex Autorità di Bacino del Fiume Sarno a partire da informazioni di varia provenienza:

- Cartografia comunale in formato vettoriale alla scala 1:1.000, 1:2.000 o 1:5.000 (aggiornamento 1990 - 1999);
- Cartografia dell'ex Cassa del Mezzogiorno in formato cartaceo alla scala 1:5.000 (aggiornamento 1984), digitalizzata dall'Autorità di Bacino;
- Cartografia regionale CTR 2004 in formato vettoriale alla scala 1:5.000, per le sole aree oggetto dell'aggiornamento PSAI del 2011.

Il modello digitale del terreno ottenuto dalla base cartografica è stato utilizzato per definire le aree inondabili nelle zone di pianura dove sono stati stimati i volumi di esondazione.

Gli studi idraulici di approfondimento (confluiti nell'aggiornamento PSAI 2011) sono stati redatti, invece, integrando la base cartografica disponibile con rilievi topografici di dettaglio dei corsi d'acqua e delle relative aree inondabili. A tal riguardo l'ex Autorità di Bacino del Fiume Sarno ha provveduto ad effettuare, previa livellazione di precisione, il rilievo topografico dell'asta fluviale del fiume Sarno e dei suoi affluenti² nonché l'acquisizione dettagliata in telerilevamento (LIDAR) delle relative aree di pertinenza (aggiornamento 2004), per una fascia variabile da 50 a 100 metri, in

² Rilievo dell'asta fluviale del fiume Sarno e dei suoi affluenti – Livellazione di precisione" (anno 2004)

destra e sinistra idraulica dei principali corsi d'acqua del bacino³.

10.1.2 Criteri per l'identificazione e la localizzazione delle sezioni trasversali

Il numero e la localizzazione delle sezioni trasversali in un corso d'acqua per la modellazione del moto della corrente dipende dallo scopo dello studio e dalle caratteristiche dello stesso corso d'acqua. Per determinare il numero e individuare la posizione delle sezioni trasversali da rilevare, si è fatto riferimento ai seguenti criteri:

1. perpendicolarità rispetto al corso d'acqua;
2. localizzazione in corrispondenza di punti dove si verificano significative variazioni della morfologia della valle, della scabrezza o della pendenza;
3. localizzazione all'inizio ed alla fine di tratti arginati o sistemati;
4. localizzazione immediatamente a monte, a valle ed in corrispondenza di ponti e strutture idrauliche;
5. localizzazione in tutte quelle sezioni che possano risultare idraulicamente di controllo;
6. localizzazione immediatamente a monte e a valle di confluenze dove risultano variazioni di portata.

10.1.3 Risultati della campagna di rilievi topografici

Per ogni corso d'acqua oggetto dello studio sono state individuate la geometria dell'alveo, quella delle aree limitrofe e di tutte le opere e strutture che possono interagire con il deflusso delle acque (ponti, traverse, briglie, salti di fondo, ecc.) attraverso una campagna di rilievi topografici effettuati all'uopo. In particolare, sono stati preliminarmente reperiti ed omogeneizzati i rilievi topografici effettuati dall'ISMES ed utilizzati nello Studio C.U.G.RI per la redazione del Piano Straordinario (circa 350 sezioni fluviali). Sono stati, inoltre, eseguiti ulteriori rilievi topografici su tutte le aste considerate a rischio nel Piano Straordinario e nelle riperimetrazioni concordate con i Comuni in ambito di conferenza dei Servizi (circa 340 sezioni sulle aste principali). Successivamente, con l'attività di rilevamento del 2004, è stata infittita ed aggiornata l'acquisizione delle sezioni sul reticolo principale per un totale di 1600 sezioni.

10.2 Risultati dell'attività di raccolta dei dati storici di allagamento

Di seguito sono descritte sinteticamente le informazioni reperite nel corso dei sopralluoghi effettuati lungo le aste principali del territorio di studio, e che hanno consentito di caratterizzare gli eventi alluvionali che hanno interessato le aree limitrofe al fiume Sarno e ai suoi affluenti principali. La ricerca ha permesso di acquisire informazioni circa l'ubicazione delle aree interessate nel passato da fenomeni di allagamento. Per ogni asta fluviale valliva si riportano, pertanto, tutte le informazioni raccolte inclusi i relativi riferimenti grafici (cfr. figg. 3 - 13).

10.3 Calcolo della officiosità idraulica delle sezioni

La capacità delle sezioni idriche è stata determinata tracciando i profili di corrente in moto permanente relativi a varie portate, e verificando nei vari tronchi la portata massima in essi

³ "Rilevamento laser scanning dell'asta principale del fiume Sarno per una fascia a scavalco di metri lineari 300 e dei principali affluenti" affidato ad AUSELDA Group S.p.A. – Roma (anno 2005)

contenuta. Come portata contenuta in alveo si è quindi considerata la massima portata per la quale non si ha esondazione lungo il tratto in esame, se non in pochi punti singolari ubicati in genere in corrispondenza di infrastrutture di attraversamento. Dette officiosità sono state sostanzialmente confermate dalle verifiche idrauliche effettuate a seguito del rilievo topografico di dettaglio delle principali aste fluviali del bacino. In figura 14 sono riportate, per ciascun tratto indagato, le portate contenute in alveo; così come sintetizzate nella seguente tabella.

Asta	Tronco fluviale	$Q_{\text{contenuta in alveo}}$ [m ³ /s]
Torrente Solofrana	tronco 1: dall'abitato di Solofra fino alla confluenza con il torrente Calvagnola	55
	tronco 2: dalla confluenza con la Calvagnola fino all'immissione nell'Alveo Comune Nocerino	40
Torrente Cavaiola	tronco 1: dall'abitato di Cava de' Tirreni fino alla confluenza con l'Alveo Comune Nocerino	100
Alveo Comune Nocerino	tronco 1: dalla confluenza dei torrenti Solofrana e Cavaiola fino alla vasca Cicalesì	80
	tronco 2: dalla vasca Cicalesì fino all'abitato di S. Marzano sul Sarno	50
	tronco 3: dall'abitato di S. Marzano sul Sarno fino alla confluenza con il Fiume Sarno	30
Rio San Marino	tronco 1: dalla sorgente sino alla confluenza con l'Acqua della Foce	30
Acqua del Palazzo	tronco 1: dalla sorgente sino alla confluenza con il Rio San Marino	20
Acqua della Foce	tronco 1: dalla sorgente sino alla confluenza con il Rio San Marino	20
Fiume Sarno	tronco 1: dalla confluenza del Rio San Marino e dell'Acqua della Foce fino al Fosso Imperatore	30
	tronco 2: dal Fosso Imperatore fino alla confluenza con l'Alveo Comune Nocerino	70
	tronco 3: dalla confluenza con l'Alveo Comune Nocerino fino all'attraversamento della Circumvesuviana (in comune di Pompei)	80
	tronco 4: dall'attraversamento della Circumvesuviana fino alla foce	30

Rio Laura	tronco 1: dalla frazione Piano del Comune di Montoro fino alla confluenza con il torrente Solofrana	20
Torrente Calvagnola	tronco 1: dall'abitato di Calvanico fino alla confluenza con il torrente Solofrana	50
Torrente Lavinaro	tronco 1: dall'abitato di Bracigliano fino alle vasche in località Ciorani di Mercato S. Severino	30
	tronco 2: a valle delle vasche in località Ciorani fino alla confluenza con il torrente Solofrana	15
Torrente Lavinaio	tronco 1: dalla località Lancusi del comune di Baronissi fino alla confluenza con il torrente Solofrana	40
Rivo S. Marco	tronco 1: dall'abitato di Gragnano fino alla foce	45

Tabella 3: capacità idraulica dei vari tronchi d'alveo considerati

10.4 Tracciamento di profili di corrente in moto permanente e mappatura delle aree inondabili

Come detto in precedenza, per le aste fluviali del torrente Solofrana, del torrente Cavaioia, del Rio San Marino, dell'Acqua del Palazzo, del torrente Lavinaio, del torrente Lavinaro, del torrente Calvagnola, del Rio Laura e del Rivo S. Marco il calcolo delle condizioni che si instaurano in alveo al passaggio della piena centennale e di quella trecentennale è stato effettuato utilizzando il modello di moto permanente, descritto in Appendice 1. Le portate utilizzate sono quelle riportate nella Relazione Idrologica per il territorio dell'ex Autorità di Bacino del fiume Sarno. Nella figura 15 si evidenziano i tratti idrologicamente omogenei e le relative portate di piena per T=100 e T=300 anni.

I coefficienti di scabrezza utilizzati sono:

- $K=40 \text{ m/s}^{1/3}$ per i tronchi d'alveo canalizzati;
- $K=30 \text{ m/s}^{1/3}$ per i tronchi d'alveo naturali, nel canale principale;
- $K=20 \text{ m/s}^{1/3}$ per i tronchi d'alveo naturali, sulle golene e sulle estensioni laterali in genere.

Al paragrafo 10.6 si riporta un'analisi critica dei risultati ottenuti.

Come detto, il modello ha consentito di definire nei vari tratti e, in ogni sezione, i livelli idrici in corrispondenza delle portate Q_{100} e Q_{300} . Le quote idriche così calcolate sono state estese alle aree circostanti mediante considerazione di tipo morfologico. Ovviamente nell'effettuare tale operazione si è tenuto di eventuali differenze in termini di quota assoluta esistenti tra le sezioni rilevate in alveo e la cartografia delle aree limitrofe ai corsi d'acqua. Le aree inondabili sono inoltre state definite tenendo comunque conto dell'ordine di grandezza dei volumi di esondazione stimati per i vari tratti, al fine di evitare allagamenti troppo estesi ai quali sarebbero corrisposti volumi eccessivamente elevati. Tale procedura ha fornito risultati tanto più realistici quanto più i volumi di esondazione risultano una frazione modesta dell'intero volume di piena.

10.5 Definizione dei volumi di esondazione e mappatura delle aree inondabili nella piana dell'Agro-Nocerino-Sarnese

Come detto in precedenza, per il fiume Sarno, l'Alveo Comune Nocerino e l'Acqua della Foce non è stato possibile utilizzare lo schema di moto permanente per la valutazione delle aree inondabili in quanto la presenza di ampie aree pianeggianti latitanti, talvolta anche a quota inferiore a quella arginale, avrebbero determinato risultati poco realistici. In tal caso si è proceduto, innanzitutto, alla caratterizzazione geometrica delle aree limitrofe al corso d'acqua sulla base della cartografia disponibile descritta al paragrafo 10. Successivamente, sono stati stimati i volumi di esondazione lungo i tronchi idraulicamente omogenei, sia per $T=100$ che per $T=300$ anni, provvedendo ad individuare le relative aree inondabili.

10.5.1 Calcolo dei volumi di esondazione

Facendo riferimento agli idrogrammi di piena relativi alle portate con ritorno centennale e trecentennale (cfr. Relazione Idrologica per la parte relativa al territorio dell'ex AdB Sarno), sono stati valutati in maniera semplificata i volumi di esondazione rispetto alla massima officiosità idraulica dei vari tronchi d'alveo idraulicamente omogenei. Tali volumi sono stati calcolati come l'integrale dell'idrogramma di piena al di sopra del valore della portata massima contenuta in alveo e sono riportati in tabella 4.

CODICE	Asta/località	Sezione chiusura	Q_{alveo} [m ³ /s]	t_r [ore]	Q_{100} [m ³ /s]	$V_{esondato, T=100}$ [m ³]	Q_{300} [m ³ /s]	$V_{esondato, T=300}$ [m ³]
V001	T. Solofrana	sezione n°1: a monte della confluenza con il torrente San Bartolomeo	55	0.85	208	685,579	253	946,364
V003	T. San Bartolomeo	sezione n°3: immediatamente a monte della biforcazione con la Solofrana	80	0.36	58	0	70	0
V006	T. Solofrana	sezione n°6: a monte della confluenza con il torrente Calvagnola	55	1.24	354	2,260,801	432	2,938,424
V008	T. Calvagnola	sezione n°8: a monte della confluenza con il torrente Solofrana	50	0.78	136	331,713	166	497,414
V011	T. Lavinaro	a monte della vasca Ciorani	30	0.90	116	382,780	141	525,360
		n°11: a monte della confluenza con il torrente Solofrana	15	0.90	116	0	141	0
V015	T. Lavinaio	sezione n°15: a monte della confluenza con il torrente Solofrana	40	0.71	159	454,717	193	631,453
V021	T. Solofrana	sezione n°21: a monte della confluenza con l'Alveo Cavaioia	40	1.91	514	5,689,696	626	7,245,292
V022	T. Cavaioia	sezione n°22: a monte della confluenza con il torrente Solofrana	100	1.33	127	316,321	155	581,240
V026	Alveo Comune Nocerino	sezione n°26: a monte della confluenza con il fiume Sarno	30	2.22	498	6,713,901	607	8,364,085
V030	F. Sarno (Rio S.Marino)	sezione n°30: a valle della confluenza con Rio Foce	30	0.90	206	695,444	251	1,249,203
V031	F. Sarno	sezione n°31: a monte della confluenza con il Fosso Imperatore	30	1.08	251	1,436,335	306	1,828,478
V034	F. Sarno	sezione n°34: a monte della confluenza con l'Alveo Comune Nocerino	70	1.14	274	1,154,154	370	1,584,057
V040	F. Sarno	sezione n°40: alla foce	30	2.53	602	9,462,326	734	11,790,949
V041	Rio Laura	sezione n°41: a monte della confluenza con il torrente Solofrana	20	0.75	184	763,094	224	979,677
V042	Acqua del Palazzo	sezione n°42: a monte della confluenza con il fiume Sarno	20	0.35	46	43,694	56	68,962
V043	Acqua della Foce	sezione n°43: a monte della confluenza con il fiume Sarno	20	0.56	102	264,976	125	351,483

Tabella 4: volume di esondazione per piene centennali e trecentennali trascurando la laminazione delle aree limitrofe ai corsi d'acqua

I valori così stimati non tengono conto degli effetti di laminazione dovuti al trasferimento dell'onda di piena lungo il reticolo idrografico né, tantomeno, della presenza di aree inondabili anche estese. L'onda di piena non trasla, infatti, rigidamente lungo l'alveo ma subisce progressive modifiche; in particolare, procedendo verso valle si osserva, oltre allo sfasamento dell'istante in cui si presenta il colmo, anche un'attenuazione dello stesso; attenuazione che è tanto più pronunciata quanto più

l'alveo è irregolare. Inoltre, laddove il corso d'acqua si presenta canalizzato e le piane, densamente urbanizzate, si registra un ulteriore abbattimento del picco per effetto dell'impossibilità dei volumi esondati di ritornare in alveo.

Per considerare gli effetti di laminazione dell'onda di piena e di riduzione di volumi dovuti alla presenza di grosse aree di inondazione a monte, nel calcolo della portata al picco e dell'onda di piena tali zone sono state assimilate ad un unico serbatoio lineare caratterizzato da una costante di invaso variabile con la portata di piena e, quindi, con il periodo di ritorno. In tal modo, la laminazione prodotta delle aree limitrofe ai corsi d'acqua è stata ricondotta alla valutazione di un ulteriore elemento di ritardo del bacino nella sezione considerata. Definita dunque, in corrispondenza della i-esima sezione idrologica e per un preassegnato periodo di ritorno T, la costante di invaso come rapporto tra in volume di esondazione $W_{j,T}$, calcolato a monte, e la portata Q_i contenuta nel tronco immediatamente a monte della sezione idrologica considerata, il tempo di ritardo risulta:

$$t'_{r,i} = t_{r,i} + \sum_{j=1}^{i-1} \frac{A_j}{A_i} \cdot \frac{W_{j,T}}{Q_i} \quad (3)$$

dove:

- W_j = volume di esondazione nel tratto a monte della j-esima sezione;
- Q_i = portata contenuta nel tronco immediatamente a monte i-esima sezione idrologica;
- A_i = area sottesa dalla i-esima sezione idrologica;
- A_j = area sottesa dalla j-esima sezione idrologica a monte di quella in esame;
- $t_{r,i}$ = tempo di ritardo calcolato con la procedura VAPI.

In riferimento a tale valore del tempo di ritardo, nelle sezioni di interesse è stata ricalcolata la piena media annua, utilizzando gli stessi parametri definiti nella Relazione Idrologica. Determinata la piena media annua, per ogni sezione si è calcolata la massima portata $Q_{i,T}$ per preassegnato periodo di ritorno. Nella generica sezione, è stato definito il relativo idrogramma di piena, di forma triangolare, avente come picco la massima portata di piena ridotta $Q_{i,T}$. La durata d dell'onda di piena è stata calcolata imponendo un volume pari alla differenza tra il volume calcolato nella medesima sezione senza tenere conto degli effetti di laminazione e di riduzione determinati dalle esondazioni di monte (volume di piena "idrologico") e il volume esondato a monte.

Pertanto la durata d dell'evento di piena è risultato pari a:

$$d = \frac{2 * (V_{TOT} - V_{esond})}{Q_{i,T}} \quad (4)$$

I volumi di esondazione (V_{esond}) per T=100 e T=300 anni, nei vari tratti idraulicamente omogenei, sono stati calcolati tagliando l'onda di piena rispetto alla massima portata contenuta in alveo.

In tabella 5 per ciascuna sezione idrologica si riporta il confronto tra il volume idrologico della piena e il volume ottenuto considerando gli effetti riduzione determinati dalle esondazioni di monte.

Codice	Asta/località	Sezione chiusura	V ₁₀₀ TOT [m³]	V ₁₀₀ TOT_rid [m³]	V ₃₀₀ TOT [m³]	V ₃₀₀ TOT_rid [m³]
V001	T. Solofrana	sezione n°1: a monte della confluenza con il torrente San Bartolomeo	1,267,825	1,267,825	1,544,517	1,544,517
V003	T. San Bartolomeo	sezione n°3: immediatamente a monte della biforcazione con la Solofrana	148,587	148,587	181,015	181,015
V005	T. Solofrana	sezione n°5: a monte della biforcazione con il Canale San Rocco	2,909,112	2,909,112	3,543,999	3,543,999
V006	T. Solofrana	sezione n°6: a monte della confluenza con il torrente Calvagnola	3,167,533	3,167,533	3,858,819	3,858,819
V013	T. Solofrana	sezione n°13: a monte della confluenza con il torrente Lavinaio	4,333,282	4,333,282	5,278,982	5,278,982
V017	T. Solofrana	sezione n°17: a monte della confluenza con i canali provenienti da Siano	5,968,424	5,968,424	7,270,979	7,270,979
V020	T. Solofrana	sezione n°20: a monte della biforcazione T.Casarsano e T. Corvi	6,664,577	6,664,577	8,119,061	8,119,061
V021	T. Solofrana	sezione n°21: a monte della confluenza con l'alveo Cavaioia	7,032,055	1,391,988	8,566,738	1,479,841
V022	T. Cavaioia	sezione n°22: a monte della confluenza con il torrente Solofrana	1,213,883	1,213,883	1,478,802	1,478,802
V024	Alveo Comune Nocerino	sezione n° 24: a monte della vasca Cicalesì	7,952,208	2,256,845	9,687,706	2,415,135
V025	Alveo Comune Nocerino	sezione n° 25: a monte dello scolmatore di piena che adduce le acque al controfosso di sinistra	7,942,843	1,238,953	9,676,297	1,167,671
V026	Alveo Comune Nocerino	sezione n° 26: a monte della confluenza con il fiume Sarno	7,938,429	545,951	9,670,920	459,830
V030	F. Sarno (Rio S. Marino)	sezione n° 30: a valle della confluenza con Rio Foce	1,323,317	1,323,317	1,612,119	1,612,119
V031	F. Sarno	sezione n° 31: a monte della confluenza con il Fosso Imperatore	1,938,487	1,938,487	2,361,544	2,361,544
V034	F. Sarno	sezione n° 34: a monte della confluenza con l'Alveo Comune Nocerino	2,248,732	1,563,269	2,739,498	1,862,763
V035	F. Sarno	sezione n° 35: a monte della confluenza con il Controfosso Sinistro	10,522,056	2,762,575	12,818,401	3,280,324
V037	F. Sarno	sezione n° 37: a monte della confluenza con il T. Mariconda	10,511,242	1,629,112	12,805,227	1,696,906
V039	F. Sarno	sezione n° 39: a valle della confluenza con il T. Mariconda	10,330,074	862,396	12,584,520	772,689
V040	F. Sarno	sezione n° 40: alla foce	10,940,753	1,181,437	13,328,475	1,213,513
V043	Acqua della Foce	sezione n° 43: confluenza con il F. Sarno	409,239	409,239	498,552	498,552

Tabella 5: volume idrologico e volume ridotto della piena

In tabella 6 si riportano, invece, le portate di piena ridotte per effetto della laminazione, la durata dell'evento e i volumi di esondazione per T=100 e T=300 anni.

In riferimento ai predetti volumi, e avendo definito per le aree limitrofe ai corsi d'acqua di interesse una curva dei volumi di invaso, sono state calcolate le altezze idriche di inondazione ed è stato definito il limite delle aree inondabili. Il dettaglio relativo alla procedura utilizzata è descritto nei paragrafi che seguono. L'attendibilità dell'approccio utilizzato per il calcolo dei volumi di esondazione è stata verificata per il tratto del fiume Sarno compreso tra la confluenza dei torrenti Acqua della Foce e Rio S. Marino sino alla sua confluenza con l'Alveo Comune Nocerino, mediante l'applicazione, al medesimo tratto, del modello di moto vario i cui dettagli sono riportati nell'Appendice 4.

L'applicazione del modello di moto vario ha consentito la valutazione dei volumi esondabili, in quanto, a differenza del modello di moto permanente, le equazioni che descrivono il fenomeno prevedono la conservazione dei volumi idrici. In particolare, la fuoriuscita di volumi dall'alveo è stata schematizzata assimilando il ciglio arginale delle sezioni ad uno stramazzo laterale a larga soglia con efflusso libero o rigurgitato, di equazione generale:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (5)$$

dove:

- μ è il coefficiente di efflusso per stramazzo a larga soglia pari a 0.385;
- h è la quota idrica rispetto al ciglio della soglia sfiorante;
- L è la lunghezza dello stramazzo.

Codice	Asta/località	Sezione chiusura	t _r	Q ₁₀₀ VAPI	Q ₁₀₀	V ₁₀₀ esond	d ₁₀₀	Q ₃₀₀ VAPI	Q ₃₀₀	V ₃₀₀ esond	d ₃₀₀
			[ore]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³]	[ore]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³]	[ore]
V001	T. Solofrana	sezione n°1: a monte della confluenza con il torrente San Bartolomeo	0.85	208	208	685,579	-	253	253	946,364	-
V003	T. San Bartolomeo	sezione n°3: immediatamente a monte della biforcazione con la Solofrana	0.36	58	58	-	-	70	70	-	-
V005	T. Solofrana	sezione n°5: a monte della biforcazione con il Canale San Rocco	1.19	340	340	2,043,522	-	414	414	2,664,754	-
V006	T. Solofrana	sezione n° 6: a monte della confluenza con il torrente Calvagnola	1.24	354	354	2,260,801	-	432	432	2,938,424	-
V013	T. Solofrana	sezione n°13: a monte della confluenza con il torrente Lavinaio	1.48	408	408	3,525,451	-	497	497	4,463,693	-
V017	T. Solofrana	sezione n°17: a monte della confluenza con i canali provenienti da Siano	1.73	480	480	5,015,142	-	585	585	6,310,272	-
V020	T. Solofrana	sezione n°20: a monte della biforcazione T.Casarsano e T. Corvi	1.86	500	500	5,640,067	-	609	609	7,086,897	-
V021	T. Solofrana	sezione n°21: a monte della confluenza con l'alveo Cavaiaola	1.91	514	514	1,183,634	-	626	626	1,296,699	-
V022	T. Cavaiaola	sezione n°22: a monte della confluenza con il torrente Solofrana	1.33	127	127	55,296	-	155	155	185,674	-
V024	Alveo Comune Nocerinò	sezione n° 24: a monte della vasca Cicalesì	2.22	499	241	1,008,528	5.20	608	281	1,236,055	4.77
V025	Alveo Comune Nocerinò	sezione n° 25: a monte dello scolmatore di piena che adduce le acque al controfosso di sinistra	2.22	498	196	688,587	3.50	607	223	702,463	2.91
V026	Alveo Comune Nocerinò	sezione n° 26: a monte della confluenza con il fiume Sarno	2.22	498	167	367,003	1.82	607	191	326,987	1.33
V030	F. Sarno (Rio S.Marino)	sezione n° 30: a valle della confluenza con Rio Foce	0.90	206	206	965,444	-	251	251	1,249,203	-
V031	F. Sarno	sezione n° 31: a monte della confluenza con il Fosso Imperatore	1.08	251	74	685,463	14.55	306	77	876,735	17.09
V034	F. Sarno	sezione n° 34: a monte della confluenza con l'Alveo Comune Nocerinò	1.14	274	63	-	13.73	334	65	-	15.84
V035	F. Sarno	sezione n° 35: a monte della confluenza con il Controfosso Sinistro	2.48	591	232	1,122,650	6.62	720	273	1,570,243	6.68
V037	F. Sarno	sezione n° 37: a monte della confluenza con il T. Mariconda	2.48	590	200	585,547	4.53	719	225	703,510	4.20
V039	F. Sarno	sezione n° 39: a valle della confluenza con il T. Mariconda	2.48	580	191	291,638	2.51	707	214	303,131	2.00
V040	F. Sarno	sezione n° 40: alla foce	2.53	602	200	579,719	3.28	734	225	652,914	2.99
V043	Acqua della Foce	sezione n° 43: confluenza con il F.Sarno	0.56	102	102	264,972	-	125	125	351,487	-

Tabella 6: volume di esondazione per piene centennali e trecentennali

L'area inondabile, d'altra parte, è stata schematizzata mediante una rete di celle collegate, ricavate dalla cartografia di riferimento alla scala 1:5.000, per ciascuna delle quali è stata definita una curva altezze-volumi semplificata. Anche il collegamento tra celle adiacenti è stato ipotizzato di tipo a stramazzone a larga soglia in cui la quota del ciglio dello stramazzone rappresenta la quota di fondo maggiore tra le due celle. La lunghezza dello stramazzone è stata posta pari alla lunghezza del lato in comune. Un siffatto schema per la valutazione dei volumi e per la determinazione dei livelli nelle aree limitrofe al corso d'acqua è noto nella letteratura tecnico-scientifica come modello *quasi-bidimensionale*.

Ai fini della simulazione è stato necessario fissare le condizioni iniziali e quelle in alveo, a monte e a valle. In particolare, la condizione iniziale rappresenta lo stato della corrente all'istante $t=0$. Nel caso in esame è stata considerata una portata costante pari a $10 \text{ m}^3/\text{s}$ che rappresenta l'ordine di grandezza della media annua della portata media giornaliera per la sezione del F. Sarno a S. Valentino Torio. Oltre alle condizioni iniziali, sono state assegnate per tutti gli istanti dell'evento le condizioni idrometriche nella prima sezione di monte e nell'ultima sezione di valle. In particolare, nella sezione di monte è stato imposto l'idrogramma di piena mentre in quella di valle, in mancanza di ulteriori elementi, si è assunto che la corrente avesse altezza di moto uniforme per tutta la durata dell'evento. L'analisi condotta, come atteso, ha confermato in maniera soddisfacente i risultati ottenuti utilizzando la metodologia descritta nel precedente studio.

Confronto con la serie storica

Per verificare ulteriormente l'attendibilità del metodo proposto, è stato effettuato un confronto con i dati relativi all'unica stazione idrometrografica dell'ex SIMN presente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino del Fiume Sarno per la quale fosse disponibile un numero sufficiente di dati relativi a valori di portata. In particolare, si è fatto riferimento ai valori del:

- massimo annuale della portata al colmo di piena;
- massimo annuale della portata giornaliera;

già raccolti ed utilizzati nell'ambito del Rapporto VAPI Campania e relativi agli anni dal 1958 al 1970. Il confronto delle serie storiche, aventi rispettivamente media pari a $m(Q)=18.7 \text{ m}^3/\text{s}$ e $m(Q(24))=17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ ha condotto, nell'ambito dello stesso Rapporto VAPI Campania, a definire un rapporto di riduzione al colmo di piena $r(24)$ pari a 0.93. Successivamente la serie storica dei massimi annuali della portata giornaliera è stata integrata con dati relativi agli anni dal 1971 al 1991. La serie storica relativa agli anni dal 1958 al 1991 è riportata nella seguente tabella 7:

Anno	Q_{\max}
	Massima portata media giornaliera [m^3/s]
1958	11.90
1959	12.90
1960	12.70
1961	13.80
1962	14.80
1963	14.60
1964	19.90
1965	16.50
1966	18.40
1967	17.00
1968	15.00
1969	14.40
1970	17.80
1971	18.60
1972	16.03
1973	18.42
1974	12.47
1975	10.15
1976	18.24
1977	9.52
1978	6.95
1981	12.86
1982	9.56
1983	11.09
1991	6.10

Tabella 7: Massimi annuali delle portate medie giornaliere

In tal modo, è stato ottenuto un nuovo valore per la media $m[Q(24)]$ pari a $13.99 \text{ m}^3/\text{s}$. considerando costante il rapporto $r(24)$, è stato possibile stimare il nuovo valore di $m(Q)$, pari a $15.04 \text{ m}^3/\text{s}$. Il risultato ottenuto è stato confrontato con:

- il valore della $m(Q)$ calcolato sul fiume Sarno alla sezione idrologica 31 applicando il metodo VAPI come modificato nell'ambito dello Studio Idrologico per il territorio dell'ex AdB Sarno ($82 \text{ m}^3/\text{s}$);
- il valore della $m(Q)$ calcolato tenendo conto, come descritto precedentemente, dei volumi di espansione a monte, pari a $24 \text{ m}^3/\text{s}$.

E' evidente che i dati della serie storica si discostano molto da quelli calcolati nell'ambito della Relazione Idrologica, il che è giustificato dall'antropizzazione molto spinta delle aree limitrofe ai corsi d'acqua, sia alla scarsa officiosità idraulica delle sezioni degli alvei e dei canali. Si può, invece, notare una significativa corrispondenza tra la $m(Q)$ relativa alla serie storica e quella calcolata tenendo conto dei volumi d'esondazione.

10.5.2 Mappatura delle aree inondabili

Come detto in precedenza, per tenere conto degli effetti di laminazione delle aree di inondazione a monte di una determinata sezione, è stato calcolato un tempo di ritardo fittizio t'_r e la relativa portata al colmo di piena. L'onda di piena considerata nella sezione è dunque caratterizzata da un colmo pari alla portata calcolata ed una durata d' data dalla equazione (4). Il volume di esondazione è stato calcolato a partire dall'onda di piena così definita una volta note la capacità idraulica del tratto in esame. Si è trascurata la fase transitoria e l'evoluzione del processo di inondazione sulla piana adiacente ai corsi d'acqua. Quindi i volumi di esondazione e le corrispondenti altezze idriche sono da intendersi riferiti ad un processo di espansione di tipo statico. Le aree inondabili con periodo di ritorno $T=100$ e $T=300$ anni e le relative altezze idrauliche sono state valutate, pertanto, noti i volumi di esondazione in un determinato tratto, discretizzando le aree limitrofe al tratto stesso in subaree a quota costante, e costruendo per ognuna di esse la curva dei volumi di invaso. Tale operazione è stata resa possibile essendo nota, come detto in dettaglio al paragrafo 10, la topografia delle aree limitrofe ai corsi d'acqua, per le quali si è effettuata la costruzione di un modello digitale del territorio.

L'estensione delle aree inondabili è stata ottenuta mediante una procedura iterativa uguagliando il volume di inondazione, definito come il volume immagazzinato nell'area i -esima e relativo ad un preassegnato tirante minimo, con quello di esondazione determinato decapitando l'idrogramma di piena nella sezione corrispondente. Per i tratti in esame, mediante il tracciamento del profilo di corrente in corrispondenza della portata di piena centennale ridotta, sono stati individuati i punti di criticità, rappresentati da infrastrutture di attraversamento che, al passaggio della piena centennale, vanno in pressione, vengono sormontati o consentono il deflusso delle acque con franco minore di 1 m rispetto all'intradosso.

10.6 Definizione delle fasce fluviali

La regione fluviale, cioè quella costituita dalle aree interessate dai fenomeni idraulici e connesse, direttamente o indirettamente, all'evoluzione geomorfologica del corso d'acqua, può essere articolata nelle seguenti zone:

- alveo di piena ordinaria;
- alveo di piena standard;
- aree di espansione naturale della piena;

- aree ad elementi di interesse naturalistico, paesaggistico, storico, artistico e archeologico.

Alveo di piena ordinaria

Si intende per alveo di piena ordinaria quella parte della regione fluviale interessata dal deflusso idrico in condizioni di piena ordinaria (corrispondente cioè ad un periodo di ritorno di 2,5 anni). Nel caso di corsi d'acqua di pianura, l'alveo di piena ordinaria coincide con la savanella; nel caso di alvei alluvionati, esso coincide con il greto attivo, interessato dai canali effimeri in cui defluisce la piena ordinaria. Ai sensi dell'art. 822 del Codice Civile, l'alveo di piena ordinaria appartiene al Demanio Pubblico.

Alveo di piena standard

Si definisce alveo di piena standard la parte del fondo valle riservata al libero deflusso di una piena di riferimento (piena standard). Esso non coincide con l'alveo di esondazione, cioè con l'area che viene sommersa al passaggio di una piena di riferimento, in quanto vengono escluse le aree sommerse che non contribuiscono in modo significativo al deflusso della piena perché la corrente vi assume tiranti idrici modesti e quindi velocità longitudinali trascurabili. Il periodo di ritorno della piena di riferimento deve essere fissato tenendo conto della particolare situazione all'esame. L'alveo di piena deve essere delimitato sulla base della morfologia del corso d'acqua e delle aree inondabili in base ad uno studio idraulico.

Aree di espansione naturale della piena

Le aree di espansione naturale della piena vengono incluse nelle fasce di pertinenza fluviale nel caso che esse esercitino un significativo effetto di laminazione. Ovviamente l'importanza dell'effetto di laminazione non può essere valutata per la singola area, ma occorre tenere conto dell'insieme complessivo di aree di espansione a monte del tratto fluviale di interesse.

Aree ad elementi di interesse naturalistico, paesaggistico, storico, artistico ed archeologico

Tali aree comprendono la parte della regione fluviale appartenente alle aree naturali protette (parchi e riserve naturali, nazionali e regionali) in base all'art. 2 della legge 349/91 o a leggi regionali, o ad altre aree individuate nei piani paesistici e nei piani di bacino.

10.6.1 Le fasce di pertinenza fluviale

Considerando l'importanza delle fasce fluviali per quanto attiene alla ricaduta in termini urbanistici che ne scaturisce, la loro delimitazione è stata effettuata prestando attenzione, laddove possibile, a spostare i limiti che le definiscono su limiti fisici (quali strade, scarpate, ecc.) facilmente riconoscibili. Per la delimitazione delle fasce di pertinenza fluviale di un corso d'acqua occorre, dunque, individuare:

- l'alveo di piena del corso d'acqua per una piena di riferimento definita "standard";
- le aree di espansione naturale della piena, che esercitano un significativo effetto di laminazione;
- le aree protette, di particolare valore naturalistico e ambientale.

Prendendo come riferimento le definizioni fornite nell'ambito del PSDA del fiume Volturno dall'Autorità di Bacino Nazionale dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno e utilizzate comunemente negli studi di settore, è stata considerata come "piena standard" quella relativa ad un periodo di ritorno di 100 anni, individuando tre fasce di pertinenza fluviale.

La **Fascia A** coincide con l'alveo di piena, e assicura il libero deflusso della piena standard, di norma assunta a base del dimensionamento delle opere di difesa. Si escludono dall'alveo di piena (fascia A) le aree in cui i tiranti idrici siano modesti, in particolare inferiori ad 1 m, garantendo nel contempo il trasporto di almeno l'80% della piena standard.

La **Fascia B** comprende le aree inondabili dalla piena standard, eventualmente contenenti al loro interno sottofasce inondabili 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). In particolare possono essere considerate tre sottofasce:

- la **sottofascia B1** è quella compresa tra l'alveo di piena (fascia A) e la linea più esterna tra la congiungente i punti in cui il livello d'acqua è pari a 30 cm per piene con periodo di ritorno $T=30$ anni e la congiungente i punti in cui il livello d'acqua è pari a 90 cm per piene con periodo di ritorno $T=100$ anni;
- la **sottofascia B2** è quella compresa fra il limite della Fascia B1 e la congiungente i punti in cui il livello d'acqua è pari a 30 cm per piene con periodo di ritorno $T=100$ anni;
- la **sottofascia B3** è quella compresa fra il limite della Fascia B2 e la congiungente i punti in cui il livello d'acqua è pari a 0 cm per piene con periodo di ritorno $T=100$ anni (limite delle aree inondabili).
- La **Fascia C** è quella compresa tra il limite della sottofascia B3 e il limite delle aree inondabili in riferimento a portate relative a periodo di ritorno di 300 anni oppure alla massima piena storica registrata.

Nel presente studio, attesa l'impossibilità di differenziare la fascia B nelle tre sottofasce B1, B2 e B3, si è proceduto a definire unicamente la fascia B avente limite esterno coincidente con il limite delle aree inondabili con periodo di ritorno $T = 100$ anni. La carta delle fasce fluviali è riportata, per l'intero territorio dell'ex Autorità di Bacino del Sarno, negli elaborati B2.8.3 alla scala 1:25.000 e negli elaborati B2.8.4 alla scala 1:5.000.

10.7 Analisi dei risultati dello studio idraulico sulle aste fluviali vallive

Nell'Appendice 4 alla presente relazione, sono riportati i dati riguardanti i profili di corrente relativi ai tratti per i quali è stato applicato il modello di moto permanente per la valutazione delle condizioni di moto in alveo o per la valutazione dei punti di criticità dei canali. Di seguito si riporta un'analisi dei risultati ottenuti su tutte le aste fluviali considerate nell'ambito dello studio idraulico.

Torrente Solofrana

Le aree di espansione laterale delle piene hanno presentato un'estensione molto limitata, fino al territorio comunale di Montoro Inferiore; in tale tratto, pertanto, lo studio idraulico è stato condotto schematizzando il moto della corrente come permanente. Per il tracciamento dei profili di corrente, sia relativi alla piena centennale che a quella trecentennale, si è proceduto imponendo come condizione al contorno nella sezione di monte, dove la corrente è veloce, l'altezza di stato critico ed in quella di valle, dove la corrente è lenta, l'altezza di moto uniforme. Le portate utilizzate per i calcoli sono quelle ottenute nell'ambito dello studio idrologico; in particolare, il torrente Solofrana è

stato suddiviso in otto tronchi idrologicamente omogenei attribuendo a ciascuno un differente valore della portata per T=100 e T=300 anni. A vantaggio di sicurezza, il valore di portata considerato per ogni tronco è stato assunto pari a quello calcolato nelle sezioni terminali del tronco stesso.

Nella tabella seguente si riporta la ripartizione degli otto tronchi e le rispettive portate centennali e tre centennali:

	Località	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	Q ₃₀₀ [m ³ /s]
sezione I	a monte della biforcazione del torrente Solofrana nel ramo San Rocco	208	253
sezione II	a valle della biforcazione del torrente Solofrana nel ramo San Rocco	354	432
sezione III	a monte della confluenza del torrente Solofrana con il torrente Lavinaro	418	509
sezione IV	a valle della confluenza del torrente Solofrana con il torrente Lavinaro	408	497
sezione V	a valle della confluenza del torrente Solofrana con il torrente Lavinaio	469	572
sezione VI	a monte dei torrenti provenienti da Siano	480	585
sezione VII	a monte della biforcazione del torrente Solofrana nei rami Corvi e Casarsano	500	609
sezione VIII	a monte della confluenza del torrente Solofrana con il torrente Cavaiola	514	626

Tabella 8: Sezioni di valle dei tronchi idrologicamente omogenei del torrente Solofrana

In corrispondenza della biforcazione del torrente Solofrana, rispettivamente nei rami San Rocco e Corvi-Casarsano, le portate sono state ripartite imponendo come condizioni a monte e a valle la continuità dei carichi totali e quindi dei livelli idrici (ipotesi di corrente lenta), come riportato di seguito:

– prima biforcazione	Q _{100, Solofrana}	242 m ³ /s	Q _{100, S. Rocco}	112 m ³ /s;
	Q _{300, Solofrana}	232 m ³ /s	Q _{300, S. Rocco}	200 m ³ /s;
– seconda biforcazione	Q _{100, Corvi}	274 m ³ /s	Q _{100, Casarsano}	240 m ³ /s;
	Q _{300, Corvi}	356 m ³ /s	Q _{300, Casarsano}	270 m ³ /s.

Lungo il torrente Solofrana le aree inondabili per piene centennali e trecentennali coincidono dalla prima sezione di monte fino alla biforcazione Corvi-Casarsano laddove l'area inondabile a T=300 si allarga in destra idraulica. L'alveo del ramo Casarsano è pensile sul piano campagna con sezioni insufficienti a contenere piene anche ordinarie sicché l'area compresa tra i due rami si presenta ad elevato rischio di inondazione e costituisce sicuramente uno dei punti più critici del sistema fluviale oggetto di studio. Dall'esame dei risultati del modello è stato possibile, inoltre, evidenziare che dei 65 ponti e rilevati presenti lungo il corso del torrente Solofrana, 35 risultano essere completamente

sormontati, 10 consentono il libero deflusso della piena, seppur con una differenza tra intradosso e pelo libero inferiore al metro, e 9 vanno in pressione; così come il tratto tombato a valle della località S. Angelo di Mercato S. Severino.

Una volta definite le aree inondabili ed i punti critici del sistema, è stato possibile tracciare le fasce fluviali A, B, C. Dalla prima sezione di calcolo fino alla biforcazione Solofrana/S. Rocco, la fascia A si mantiene generalmente vicina alle sponde del corso d'acqua, per allargarsi in corrispondenza della suddetta biforcazione a monte del comune di Mercato San Severino (attualmente occupata dalla vasca per la laminazione delle piene in località Pandola). Altro punto critico è rappresentato dalla seconda biforcazione del torrente Solofrana laddove la fascia A si estende a tutta l'area compresa tra i due rami e, verso valle, anche all'esterno della stessa.

Torrente Cavaiola

Per lo studio idraulico del torrente Cavaiola si è utilizzato un modello idraulico di moto permanente adottando una portata idrologica con ritorno centennale di $127 \text{ m}^3/\text{s}$ e una con ritorno trecentennale di $155 \text{ m}^3/\text{s}$. Si sono imposte le condizioni al contorno di stato critico a monte, ipotizzando che la corrente fosse veloce, e di altezza pari a quella del torrente Solofrana nella sezione di confluenza a valle (sez. 136m), ipotizzando che la corrente fosse lenta.

Il tracciamento del profilo ha confermato la condizione imposta a valle: la corrente risente infatti dell'effetto di rigurgito della confluenza fino alla sezione 145, a monte della quale vengono ripristinate le condizioni di corrente veloce fino alla prima sezione di calcolo. In tale tratto si rilevano, tuttavia, cambiamenti di stato in corrispondenza di quasi tutti gli attraversamenti, caratterizzati da frequenti fenomeni di rigurgito. Noti i valori dei tiranti idrici relativi alle portate considerate, sono state tracciate le aree inondabili seguendo, ove possibile, limiti fisici ben definiti. L'esame delle aree inondabili ottenute suggerisce la suddivisione della Cavaiola in due tratti. Nel primo, compreso tra la confluenza con l'Alveo Comune Nocerino ed il primo attraversamento ferroviario, si osserva una larga area inondabile centennale che si estende fino alla ferrovia NA-SA, in destra idraulica, ed una stretta area inondabile centennale di estensione molto limitata, in sinistra. Nel secondo tratto, a monte del primo attraversamento ferroviario, si osserva, invece, un'area inondabile centennale molto ristretta, sia in sinistra che in destra idraulica. Dei 33 ponti e rilevati presenti sul torrente, 15 di essi hanno una sezione sufficiente a far defluire la portata di piena centennale; i restanti 18 vengono invece sormontati. Per quanto riguarda l'area inondabile relativa alla portata trecentennale essa coincide, lungo quasi tutto il torrente, con l'area inondabile relativa alla portata centennale tranne nella zona in prossimità del tratto tombato e in quella compresa tra i due attraversamenti ferroviari.

E' opportuno osservare che non sempre le sezioni trasversali del torrente Cavaiola sono dimensionate in maniera tale da riuscire a contenere sia la piena centennale che quella trecentennale. Lungo il torrente sono presenti, inoltre, numerosi attraversamenti che con il loro rigurgito determinano altrettante criticità nel sistema idraulico.

Alveo Comune Nocerino

L'Alveo Comune Nocerino scorre nella piana dell'Agro Nocerino-Sarnese con pendenze molto basse, in aree vaste e pianeggianti, condizioni che non consentono l'utilizzo del modello di moto permanente. L'individuazione delle aree inondabili è stata, pertanto, effettuata utilizzando il metodo del bilancio dei volumi. Preliminarmente, il tratto del corso d'acqua è stato suddiviso in 15 sub-tratti idraulicamente omogenei collegati ad altrettante aree (cfr. figura 16). L'estensione dell'area interessata alla inondazione è stata individuata con la metodologia semplificata descritta in precedenza, avendo ripartito il volume di esondazione totale proporzionalmente alla lunghezza dello stesso sub-tratto. Nell'Allegato D si riportano i risultati del calcolo idraulico.

Come evidenza la mappatura delle aree inondabili la perimetrazione relativa a Q_{100} coincide quasi completamente con quella relativa a Q_{300} . La mappatura è stata tra l'altro confrontata con le informazioni riguardanti i passati episodi di esondazione del fiume, trovando in essi buona conferma dei risultati ottenuti. Nella fascia fluviale A sono stati inglobati, oltre all'alveo del corso d'acqua stesso, anche i canali San Mauro ed i Controfossi Destro e Sinistro che ricadono nell'area inondabile dell'ACN relativa a Q_{100} . I punti di criticità del sistema sono stati determinati tracciando il profilo di moto permanente in corrispondenza delle portate di piena per $T=100$ e $T=300$ anni ricalcolate tenendo conto dei volumi esondati secondo quanto riportato nell'Allegato D. In particolare, i ponti presenti lungo l'Alveo Comune Nocerino si sono mostrati tutti idraulicamente insufficienti, risultando due di essi in pressione e gli altri sempre sormontati.

Fiume Sarno

I risultati dello studio idrologico hanno evidenziato che il tratto terminale del corso d'acqua, dalla confluenza con l'Alveo Comune Nocerino alla foce, è da ritenersi omogeneo in quanto non si verificano variazioni sostanziali nei relativi parametri idrologici. Dal punto di vista idraulico, invece, il fiume Sarno ed i suoi tre Rii "sorgenti" sono stati divisi in 7 tronchi omogenei come di seguito individuati:

- - **I tronco:** Rio San Marino fino alla confluenza con l'Acqua della Palazzo.
- - **II tronco:** Acqua della Palazzo fino alla confluenza con il Rio San Marino;
- - **III tronco:** Rio San Marino dalla confluenza con l'Acqua della Palazzo fino alla confluenza con l'Acqua della Foce;
- - **IV tronco:** Acqua della Foce fino alla confluenza con il Rio San Marino;
- - **V tronco:** Fiume Sarno dalla confluenza tra Rio San Marino ed Acqua della Foce sino al canale Fosso Imperatore;
- - **VI tronco:** Fiume Sarno dal Fosso Imperatore fino alla confluenza con l'Alveo Comune Nocerino;
- - **VII tronco:** Fiume Sarno dalla confluenza con l'Alveo Comune Nocerino alla foce.

I tronchi I, II, III sono stati studiati con il modello idraulico di moto permanente mentre per gli altri, che si sviluppano su aree pianeggianti molto vaste, sono stati analizzati i volumi di esondazione utilizzando il metodo di bilancio dei volumi. Si riportano di seguito i risultati dello studio idraulico per ciascuno dei tronchi analizzati.

Tronco I

L'individuazione delle aree inondabili è stata fatta con riferimento alla portata centennale di $86 \text{ m}^3/\text{s}$ e alla portata trecentennale di $105 \text{ m}^3/\text{s}$. Per il tracciamento dei profili di corrente sono state imposte come condizioni al contorno, nella sezione di monte l'altezza critica e, nella sezione di valle, quella di moto uniforme. In una prima fase sono stati individuati, con il modello idraulico di moto permanente, i livelli idrici in alveo ed in una seconda si sono estese le quote idriche alle aree circostanti mediante considerazioni di tipo morfologico al fine di individuare le aree inondabili per $T=100$ e $T=300$ anni. Tre ponti insistenti su tale tronco (sezz. 83, 84 ed 85) sono risultati non sufficienti al transito della portata centennale.

Tronco II

L'individuazione delle aree inondabili è stata fatta in riferimento alla portata centennale di $46 \text{ m}^3/\text{s}$ e alla portata trecentennale di $56 \text{ m}^3/\text{s}$, applicando il modello idraulico di moto permanente descritto ai capitoli precedenti. Per nessuno dei 7 attraversamenti insistenti su tale tratto sono stati

individuati punti di criticità.

Tronco III

Anche su questo tronco fluviale è stato applicato il modello di moto permanente utilizzando una portata centennale di $149 \text{ m}^3/\text{s}$ e una portata trecentennale di $182 \text{ m}^3/\text{s}$. Non esistono sezioni idrauliche di controllo quali ponti, salti o traverse, per cui non sono stati riscontrati particolari problemi di inondazione.

Tronchi IV- V- VI e VII

Questi tratti del fiume Sarno sono stati studiati con lo schema descritto al paragrafo 10.5.1 che consente di tenere conto dei volumi progressivamente esondati lungo il corso d'acqua. Nelle figure 17 e 18 si riportano gli schemi di discretizzazione del territorio inondato, rispettivamente, per l'Acqua della Foce e per il fiume Sarno.

La mappatura delle aree inondabili per un periodo di ritorno di 100 e 300 anni ha consentito successivamente di definire le fasce fluviali A, B e C. Per quanto concerne la fascia A questa coincide con l'alveo per quasi tutto il fiume Sarno ed è stata allargata solo in corrispondenza di particolari sezioni di controllo idraulico, quali la traversa di Scafati e l'attraversamento in sifone del Controfosso Destro, nonché nei pressi della foce laddove le aree latitanti il corso d'acqua sono particolarmente depresse. Tutti gli alvei dei controfossi ricadenti nella zona inondabile centennale sono stati considerati in fascia A.

I punti di criticità del sistema sono stati determinati tracciando il profilo di moto permanente in corrispondenza delle portate di piena per $T=100$ e $T=300$ anni ridotte calcolate tenendo conto dei volumi esondati a monte. I ponti del tronco IV non sempre hanno presentato sezioni sufficienti al transito delle portate centennali e trecentennali, pari rispettivamente a $102 \text{ m}^3/\text{s}$ e $125 \text{ m}^3/\text{s}$. Tra questi, otto hanno evidenziato fenomeni di sormonto (sez. 3, 5, 7, 8, 9, 12, 15 e 17) ed uno di andata in pressione (sez. 2). Per il tronco V, in cui transita una portata centennale di $75 \text{ m}^3/\text{s}$ e una trecentennale di $77 \text{ m}^3/\text{s}$, i ponti 77 e 74 sono risultati in pressione, mentre il ponte 64 (ponte S. Marzano) è risultato sormontato. Il tronco VI non ha evidenziato particolari criticità idrauliche; il tronco VII presenta, invece, problemi di rigurgito localizzati in corrispondenza della traversa di Scafati (sez. 43); a valle di quest'ultima, nella valutazione delle aree inondabili, in maniera semplificata ma cautelativa, si è considerato che l'intera portata transitasse nel corso del fiume Sarno e che nessuna aliquota fosse deviata nei canali Casa 12 e Bottaro. I ponti non hanno evidenziato sempre sezioni sufficienti al transito delle portate centennali e trecentennali (rispettivamente pari a $186 \text{ m}^3/\text{s}$ e $205 \text{ m}^3/\text{s}$), risultando per 9 volte in pressione (sez. 50, 37, 34, 31, 26, 22, 19, 9 e 6) ed in 8 casi sormontati (sez. 45, 43, 40, 38, 24, 20, 14 e 10).

Rio Laura

Le aree inondabili sono state tracciate utilizzando un modello idraulico di moto permanente imponendo a monte la condizione di stato critico ed a valle l'altezza del tirante idrico instauratosi nella Solofrana alla confluenza. I valori di portata utilizzati lungo tutto l'alveo sono stati assunti pari a $Q_{100}=185 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{300}=225 \text{ m}^3/\text{s}$. L'area inondabile per la portata centennale è risultata piuttosto ampia, sia in destra che in sinistra idraulica, e i tredici ponti presenti lungo il corso d'acqua sono stati tutti sormontati.

Torrente Calvagnola

Per la stima delle aree inondabili è stato utilizzato un modello idraulico di moto permanente imponendo la condizione di stato critico a monte ed il livello idrico della Solofrana alla confluenza. Il torrente è stato suddiviso in due tronchi idrologicamente omogenei; un primo tratto, compreso tra la confluenza con la Solofrana e l'agglomerato ASI del Comune di Fisciano, nel quale sono stati utilizzati i valori di portata $Q_{100} = 136 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{300} = 166 \text{ m}^3/\text{s}$ ed un secondo, a monte dell'ASI, con portate pari a $Q_{100} = 115 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{300} = 140 \text{ m}^3/\text{s}$.

I tratti compresi tra le sezioni 14 e 12, 28 e 9, 26 e 25, 1 e 2 sono risultati in grado di contenere tanto la portata centennale che quella trecentennale. Ad eccezione di un breve tratto, compreso tra le sezioni 2 e 4, per il quale è stata individuata un'ampia area inondabile in destra idraulica, lungo la parte restante del torrente si registrano, tanto in destra quanto in sinistra, modeste aree inondabili. Dei 12 ponti rilevati lungo il corso d'acqua, 9 sono risultati sormontati o in pressione.

L'area inondabile relativa alla portata con periodo di ritorno $T=300$ anni coincide sempre con quella relativa alla portata centennale; in nessun tratto è, pertanto, presente la fascia C. Lungo tutto il torrente è stata definita una ristretta fascia A ad eccezione di un piccolo tratto a monte, compreso tra la sezione 12 e a monte della sezione 13, in cui fascia si allarga in destra idraulica. La fascia B è localizzata essenzialmente tra la sezione 2 e la sezione 4 ed in un tronco intermedio compreso tra la sezione 9 e a monte della sezione 26.

Torrente Lavinaro

I profili di corrente in moto permanente sono stati tracciati sia per la portata centennale di $116 \text{ m}^3/\text{s}$ sia per la portata trecentennale di $141 \text{ m}^3/\text{s}$, imponendo le condizioni di stato critico a monte ed a valle, in corrispondenza del recapito nel sistema di vasche in località Ciorani del Comune di Mercato S. Severino. Per l'individuazione delle aree inondabili per il periodo di ritorno pari a 100 e 300 anni, oltre ai risultati ottenuti dal modello idraulico di moto permanente si sono considerati anche i volumi di esondazione e la capacità di invaso delle 5 vasche, stimato in circa 159.000 m^3 . In particolare, per effetto dell'esondazione che avviene nel primo tratto del torrente Lavinaro, alla vasca Ciorani giungono per piene centennale e trecentennale volumi ridotti pari, rispettivamente, a 363.022 m^3 e 383.207 m^3 . Nel tratto a valle vengono sversati, pertanto, i volumi decurtati dell'aliquota che riesce ad invasare la vasca. Avendo, del resto, il secondo tratto una capacità di "invaso" di circa 210.000 m^3 , lungo questo tronco non si avranno esondazioni. Tenendo presenti queste considerazioni si è proceduto allo studio in moto permanente del torrente che ha presentato zone inondabili solo nel primo tratto, con pochi punti di crisi, tra i quali quello in corrispondenza del Ponte Lavinaro.

Torrente Lavinaio

Lo studio idraulico è stato effettuato utilizzando il modello monodimensionale in regime di moto permanente dividendo il torrente in due tronchi idrologicamente omogenei; il primo, compreso tra la confluenza con il torrente Solofrana e la località Penta del Comune di Fisciano, per il quale si è fatto riferimento ad una portata centennale di $159 \text{ m}^3/\text{s}$ ed una trecentennale di $193 \text{ m}^3/\text{s}$; il secondo, a monte della località Penta, per il quale sono stati assunti valori di portata pari a $Q_{100} = 91 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{300} = 111 \text{ m}^3/\text{s}$. A monte, si è imposta la condizione di stato critico mentre a valle il livello idrico del torrente Solofrana alla confluenza. Al passaggio della piena centennale è stata individuata un'estesa area inondabile, sia in destra che in sinistra idraulica, localizzata essenzialmente tra le sezioni 1 e 8, 10 e 11 e 13 e 22. Dei 22 attraversamenti presenti, 19 sono risultati sormontati. La fascia A è stata, quindi, assunta coincidente con l'alveo, mentre la fascia B localizzata nelle aree sopra descritte.

Rivo San Marco

Per calcolare il profilo di corrente e tracciare le aree inondabili è stato utilizzato un modello idraulico di moto permanente imponendo stato critico a monte ed il livello idrico di 1 m a valle. Per i calcoli sono stati utilizzati i valori di portata $Q_{100} = 148 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{300} = 181 \text{ m}^3/\text{s}$. Ad eccezione della zona valliva, corrispondente al tratto tombato compreso tra le sezioni 1 e 2, e nel tronco immediatamente a monte dello stesso, dove l'area inondabile relativa alla portata centennale subisce un allargamento a causa della incapacità della sezione di imbocco a contenere la piena, la parte restante del torrente non presenta fenomeni significativi di esondazione.

10.8 Confronto dei risultati ottenuti con il metodo di bilanciamento dei volumi di esondazione e il modello idraulico in moto vario

Come detto in precedenza, per testare la bontà del metodo semplificato per il calcolo delle aree di espansione dell'onda di piena sulle aree latitanti l'Acqua della Foce, il fiume Sarno e l'Alveo Comune Nocerino, è stato applicato su di un tratto del fiume Sarno (dalla confluenza con Acqua della Foce sino all'Alveo Comune Nocerino) il modello idraulico in moto vario, descritto in nell'allegato D1 - parte 2. Nell'Appendice 4, riportata nel seguito, si illustrano i risultati numerici, i profili di corrente, i volumi di esondazione ed i tiranti idrici medi che si determinano sulle aree limitrofe al tratto di fiume dedotti dal calcolo in moto vario. Nelle tabelle 9 e 10 si riportano, invece, i risultati dei due metodi adottati. Dal confronto si evince che il volume di esondazione lungo tutto il tratto calcolato con le due metodologie è sostanzialmente coincidente. In particolare quello ottenuto con il metodo del bilanciamento dei volumi è circa del 10 % inferiore a quello calcolato con il modello di moto vario.

Area	Sezioni Hec-Ras	Sezioni in planimetria	A _{dx,100} [m ²]	A _{sx,100} [m ²]	V _{esond_TOT,100} [m ³]	V _{esond,100} [m ³]	h _{m,dx,100} [m]	h _{m,sx,100} [m]	
A1	780	78	387,145	342,658	685,463	209,421	0.27	0.31	
	771	79							
	769								
	760								76
	750								75
A2,1 A2,2 A2,3	750	75	322,810	83465 86125 134283		215,510	0.33	1.29 0.57 0.05	
	741	74							
	739								
	730								73
	720								72
A3	710	71	389,512	391,211		260,532	0.33	0.33	
	710	71							
	700	70							
	690	69							
	680	68							
A4	670	67	97,358	177,804		0	0	0	
	660	66							
A5,1 A5,2	650	65	120,060	63 389 71 146		0	0	0	
	640	64							
	630	63							
A6	620	62	184,989	194,487		0	0	0	
	610	61							
	600	60							
	590	59							

Tabella 9: bilancio dei volumi applicato al fiume Sarno (dall'Acqua della Foce all'Alveo Comune Nocerino)

Area	Sezioni Hec-Ras	Sezioni in planimetria	A _{dx,100}	A _{sx,100}	V _{esond_TOT,100}	V _{esond_dx,100}	V _{esond_sx,100}	h _{m,dx,100}	h _{m,sx,100}	
			[m ²]	[m ²]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m]	[m]	
A1	780	78	180,309	155,570	782,830	35,700	64,450	0.20	0.41	
	771	79								
	769									
	760	76								
	750	75								
A2,1	750	75	153,000	83000		33130	80250 229300	0.22	0.97	
	741	74								
	739									
	A2,2	730								73
	A2,3	720								72
A3	710	71	236,750	324,040		227,800	267,320	0.96	0.82	
	710	71								
	700	70								
	690	69								
	680	68								
A4	670	67	97,000	178,000		3,100	3,090	0.03	0.02	
	660	66								
	650	65								
A5,1	640	64	120,000	63 000 71 000		5,500	5500 0	0.05	0.09 0	
	A5,2	630								63
	620	62								
A6	610	61	185,000	194,000		32,790	1,270	0.18	0.01	
	600	60								
	590	59								

Tabella 10: moto vario applicato al fiume Sarno (dall'Acqua della Foce all'Alveo Comune Nocerino)

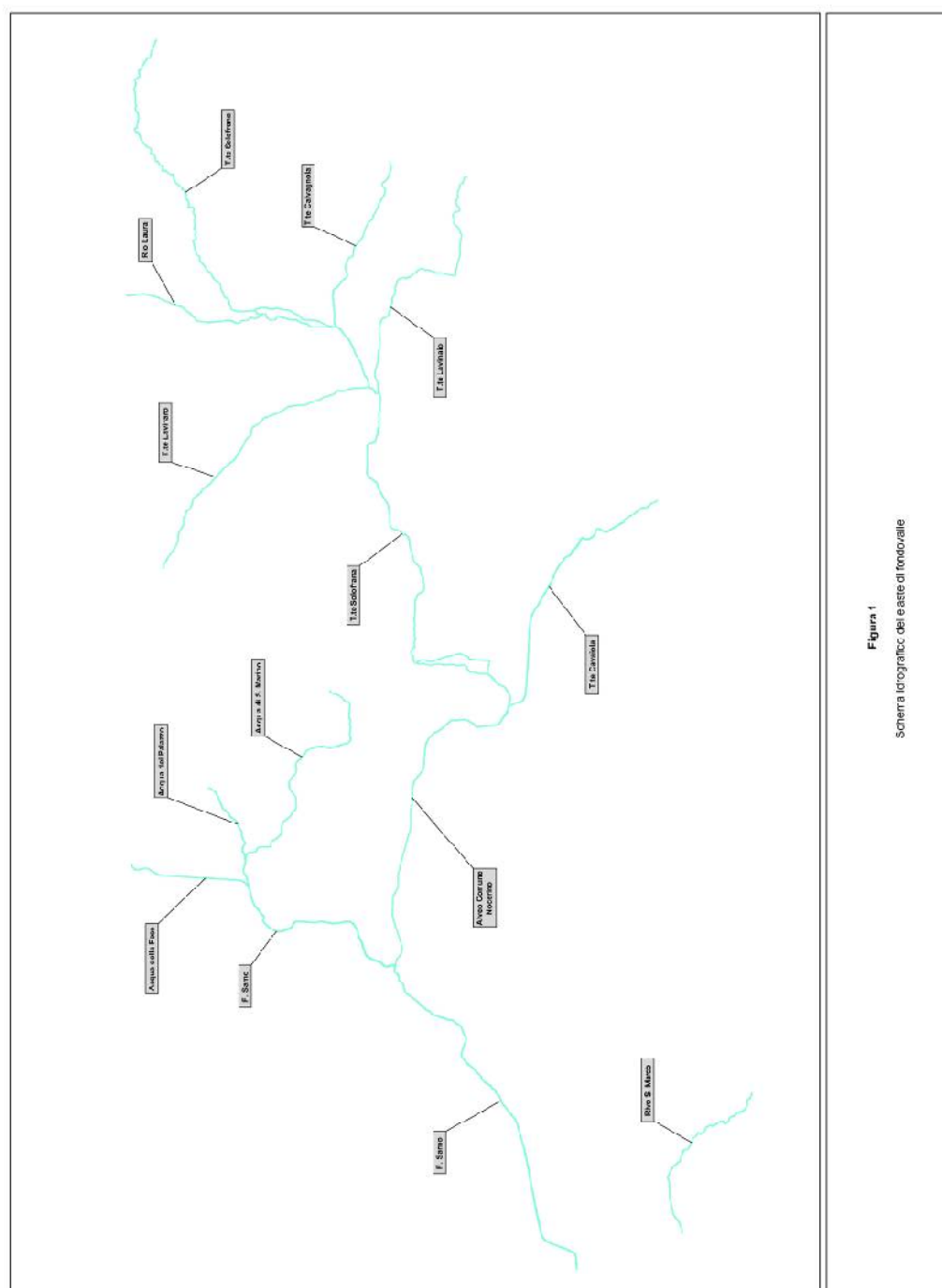
11 AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO IDRAULICO (LUGLIO 2011)

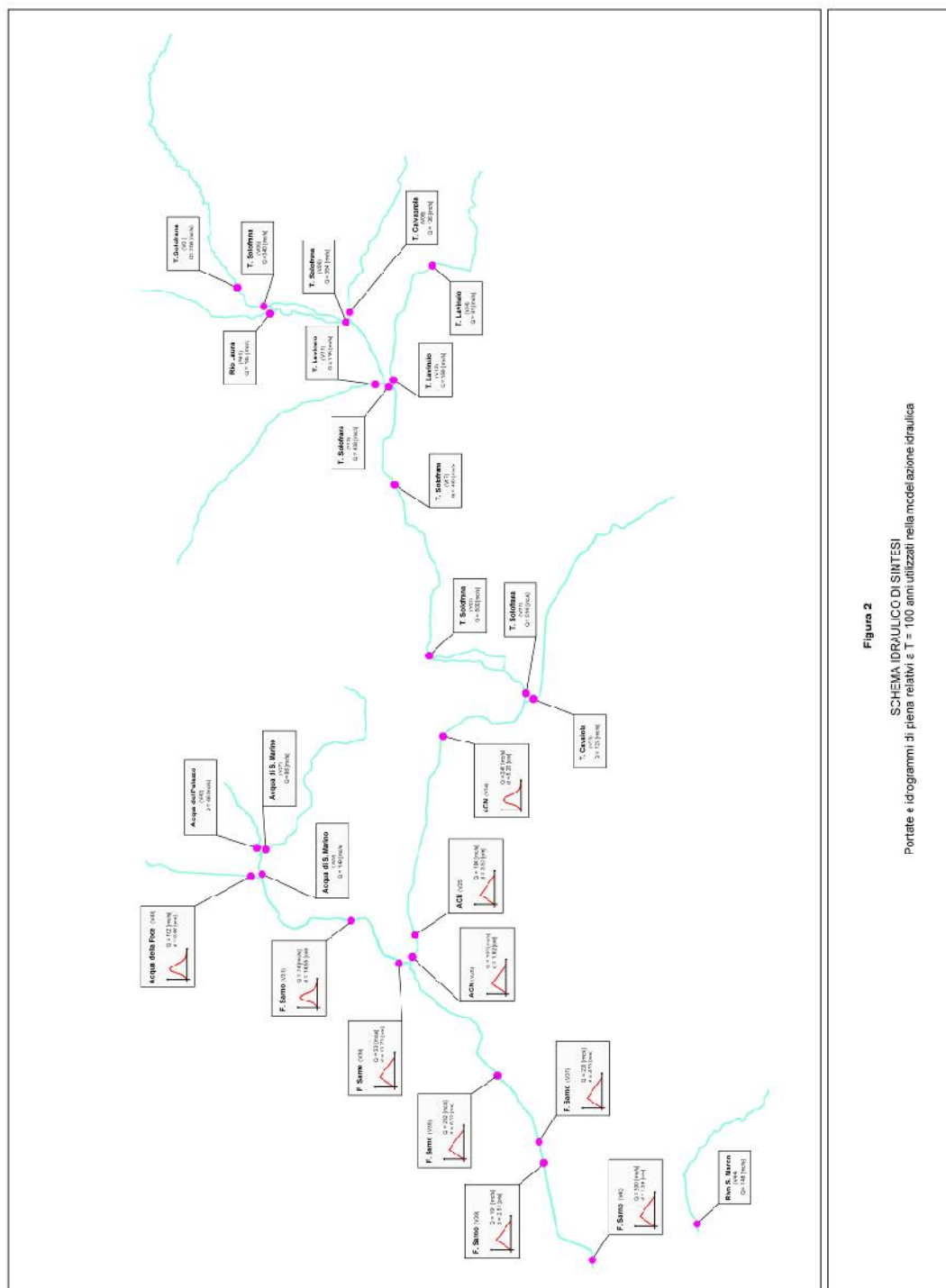
Al fine di tenere in debito conto gli innumerevoli studi di approfondimento pervenuti all'esame dell'Autorità ed in considerazione degli effetti delle opere di sistemazione e regimazione idraulica realizzate e collaudate nell'arco dei primi dieci anni di gestione del Piano, si è provveduto ad aggiornare ed integrare, tra l'altro, i contenuti dello studio idraulico e dei principali elaborati grafici e descrittivi ad esso connessi. Nella revisione 2010 (ufficialmente vigente a decorrere dal luglio 2011) sono, pertanto, confluiti gli studi idraulici di ripermimetrazione redatti da pubbliche amministrazioni – anche su istanza di parte – di alcune porzioni del territorio dell'ex Autorità di Bacino del Sarno nonché quello – più esteso – redatto dalla medesima Autorità, nell'ambito dell'APQ Difesa Suolo regionale, al fine di verificare gli effetti di mitigazione – in termini di rischio e pericolosità idraulica – conseguenti alla realizzazione della vasca di laminazione delle piene in località Pandola del Comune di Mercato S. Severino da parte del Commissariato Regionale per l'Emergenza Idrogeologica.

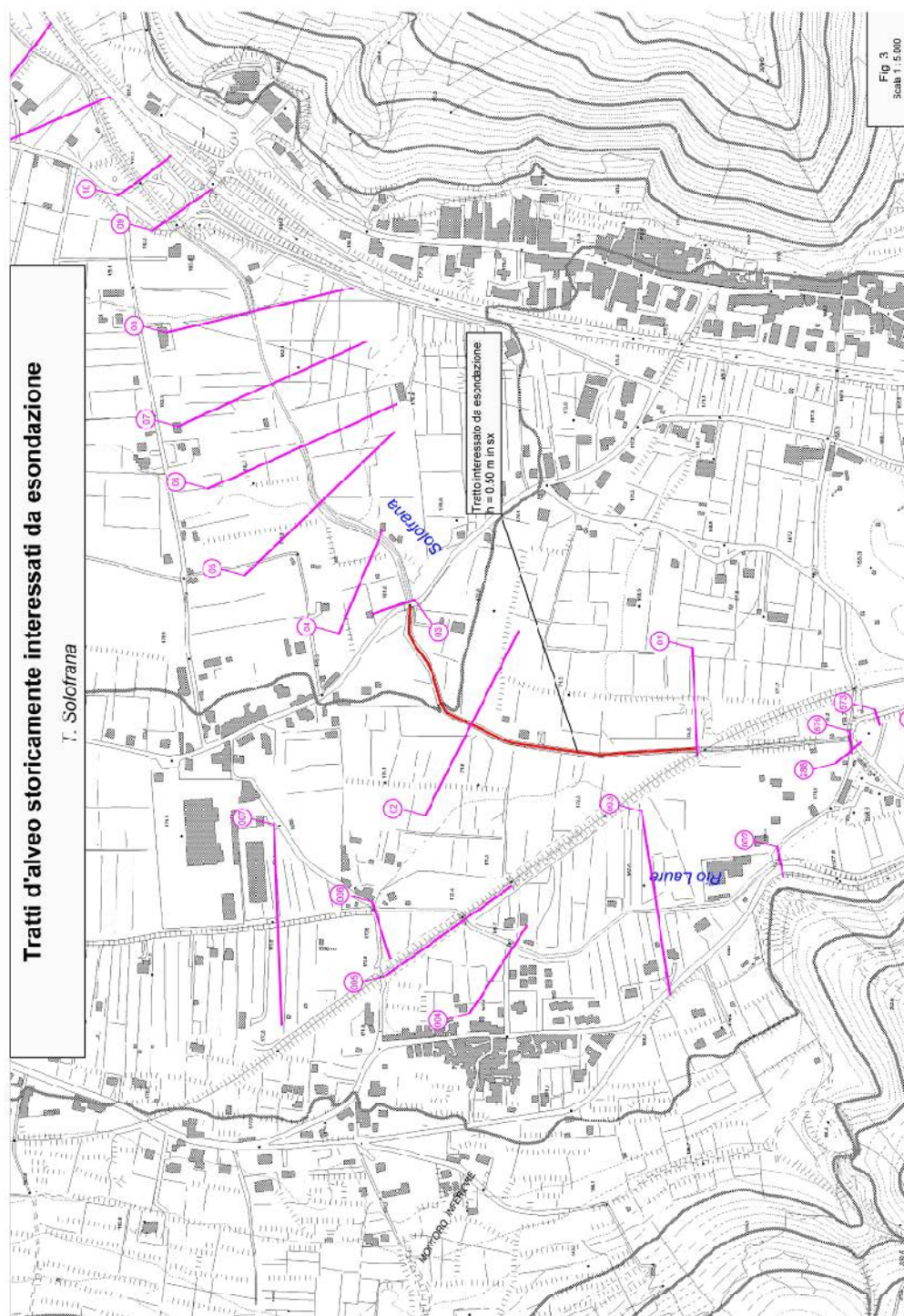
Detti studi, per lo più finalizzati alla suddivisione della fascia fluviale B indifferenziata nelle sottofasce B1, B2 e B3, hanno sostanzialmente confermato le perimetrazioni originarie evidenziando in taluni casi una ridistribuzione dei livelli di pericolosità idraulica e, solo in alcuni ambiti morfologici, l'estendimento degli stessi ad aree non perimetrate in precedenza. Gli studi hanno interessato l'intero territorio comunale di Nocera Inferiore, una parte del vallone dell'Annunziata a Massa Lubrense, la frazione S. Lucia del Comune di Cava de' Tirreni, la località Figlioli del Comune di Montoro e l'alveo strada di Via Tramontano in territorio comunale di Pagani.

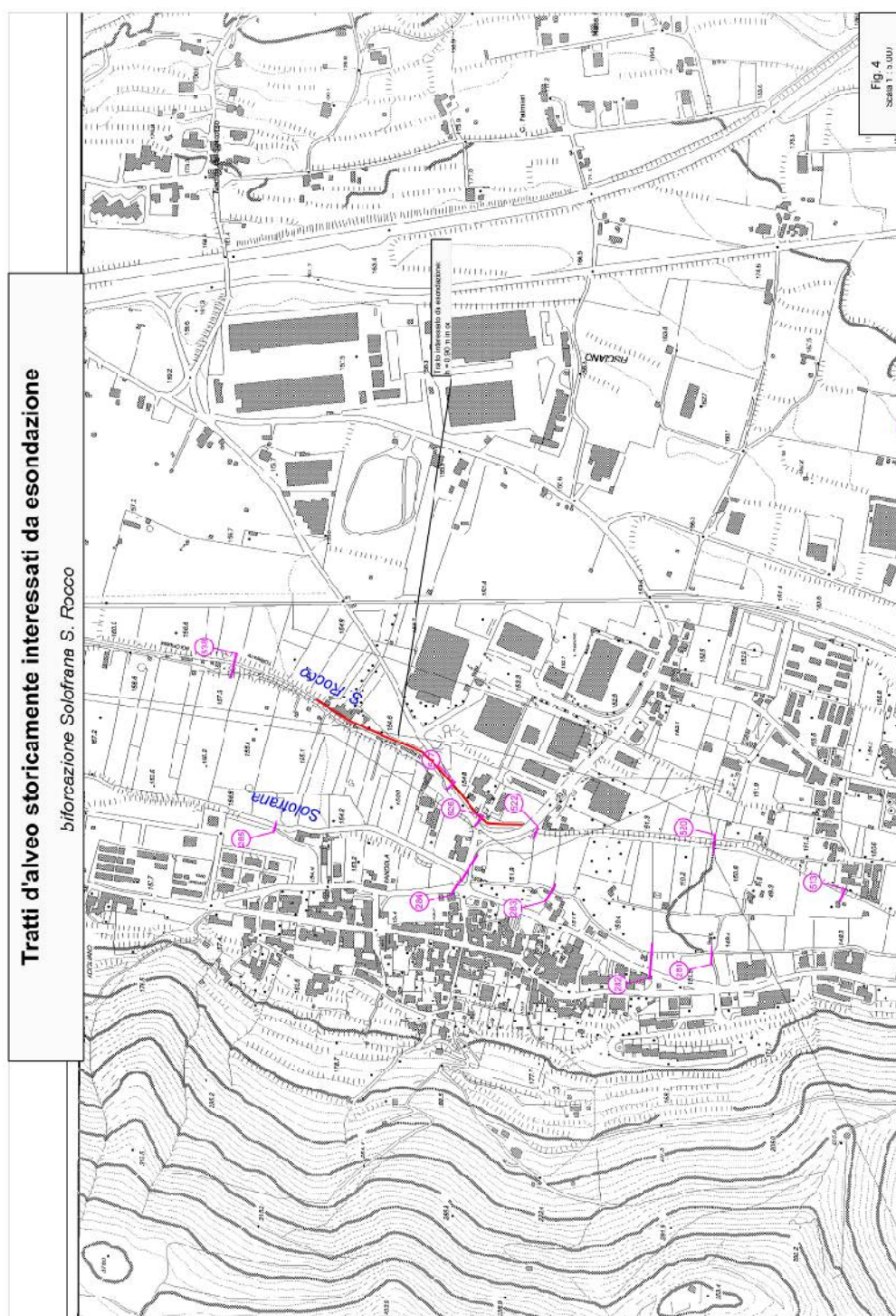
L'aggiornamento ha riguardato, altresì, la ridefinizione delle fasce fluviali di pertinenza delle opere realizzate e collaudate dal Commissariato Regionale per l'Emergenza Idrogeologica in Campania nei territori di Sarno, Siano e Bracigliano.

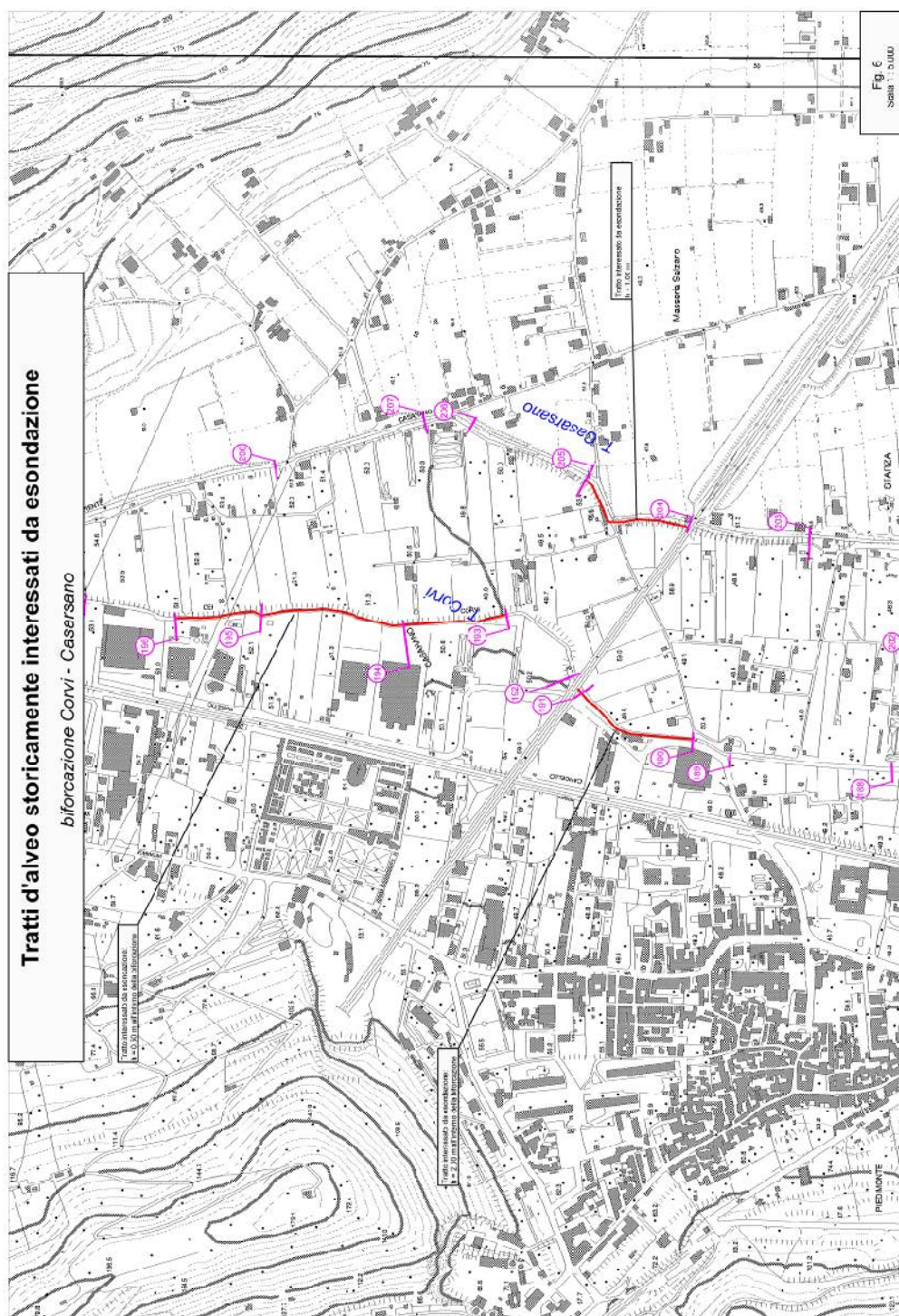
FIGURE

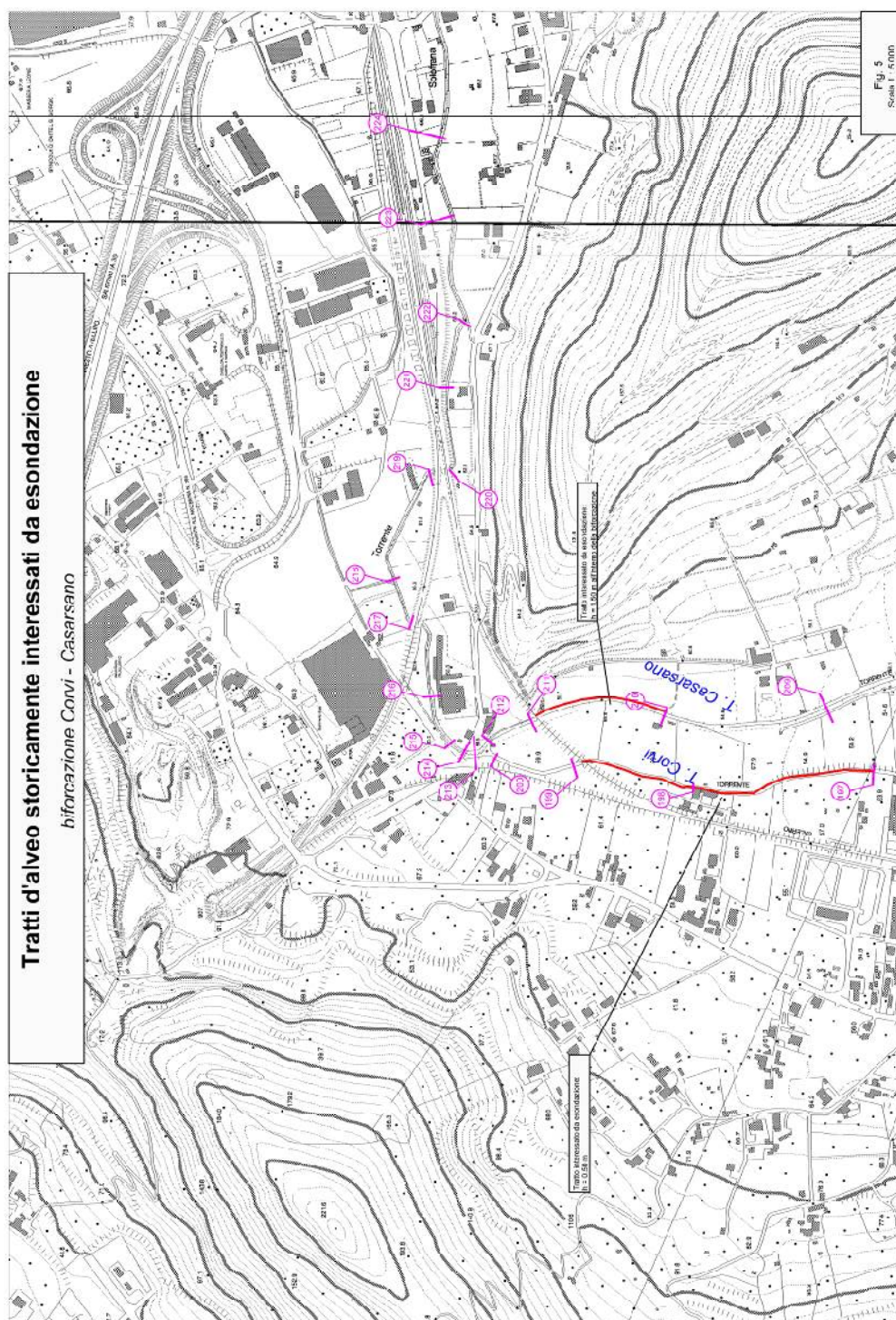


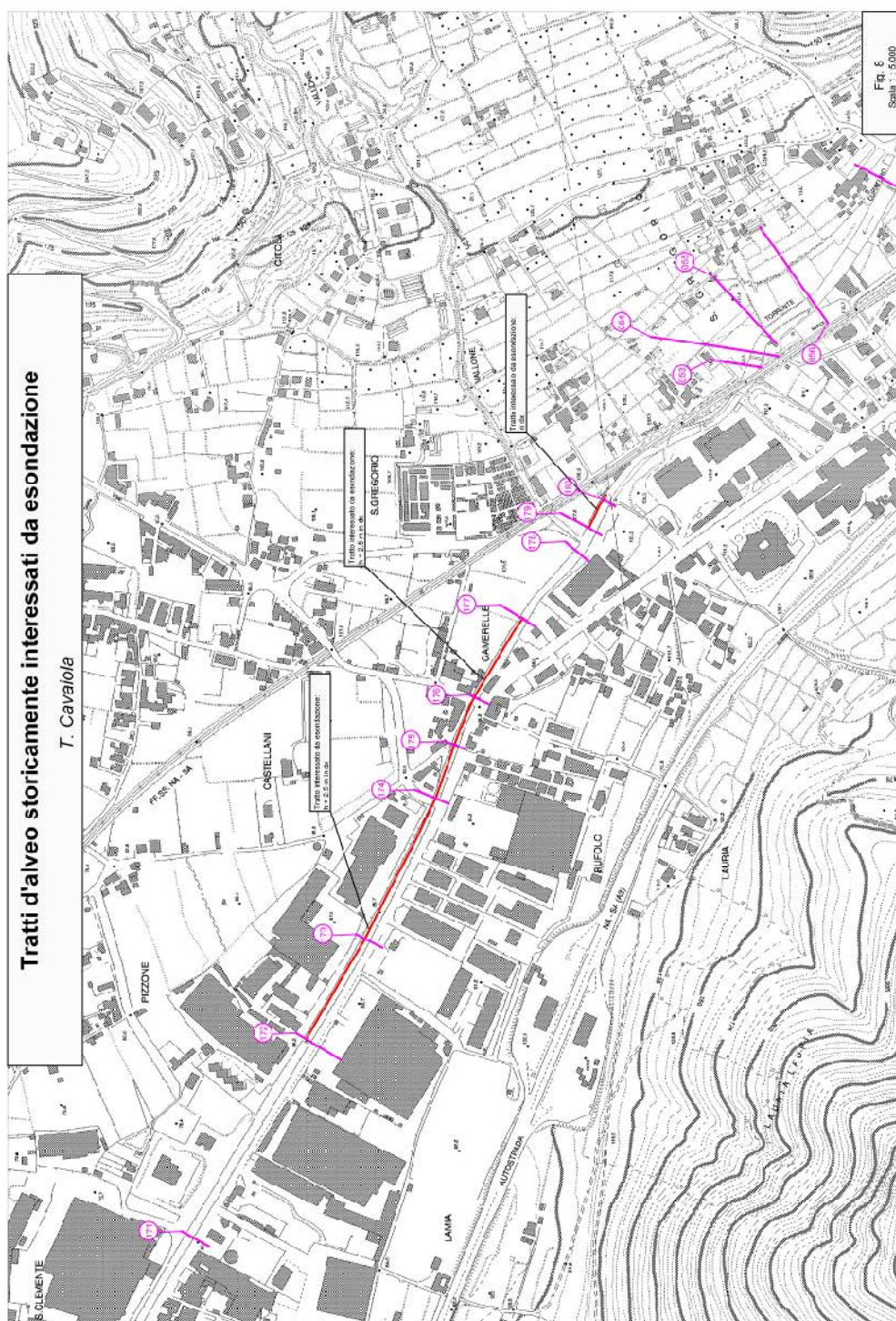


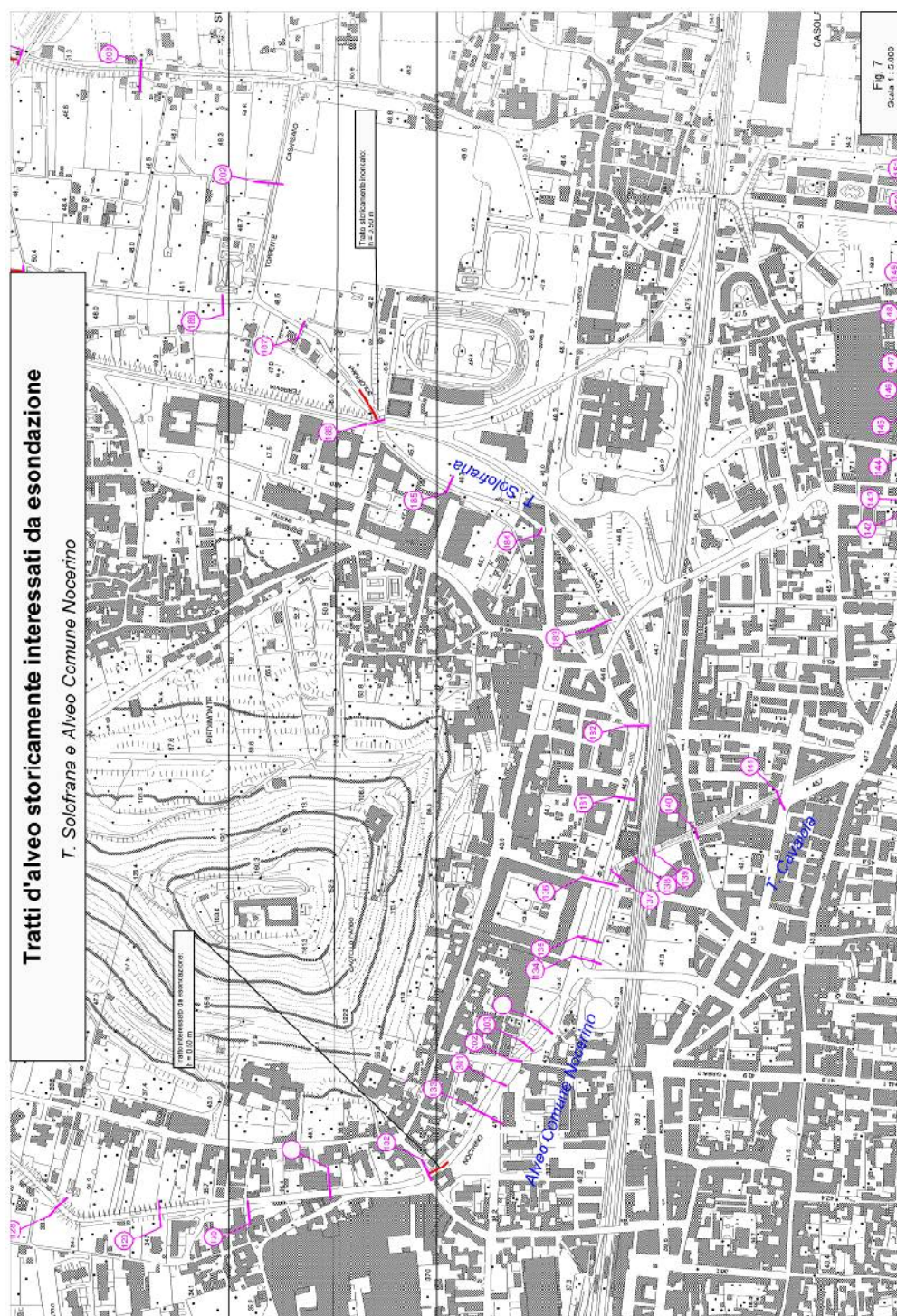


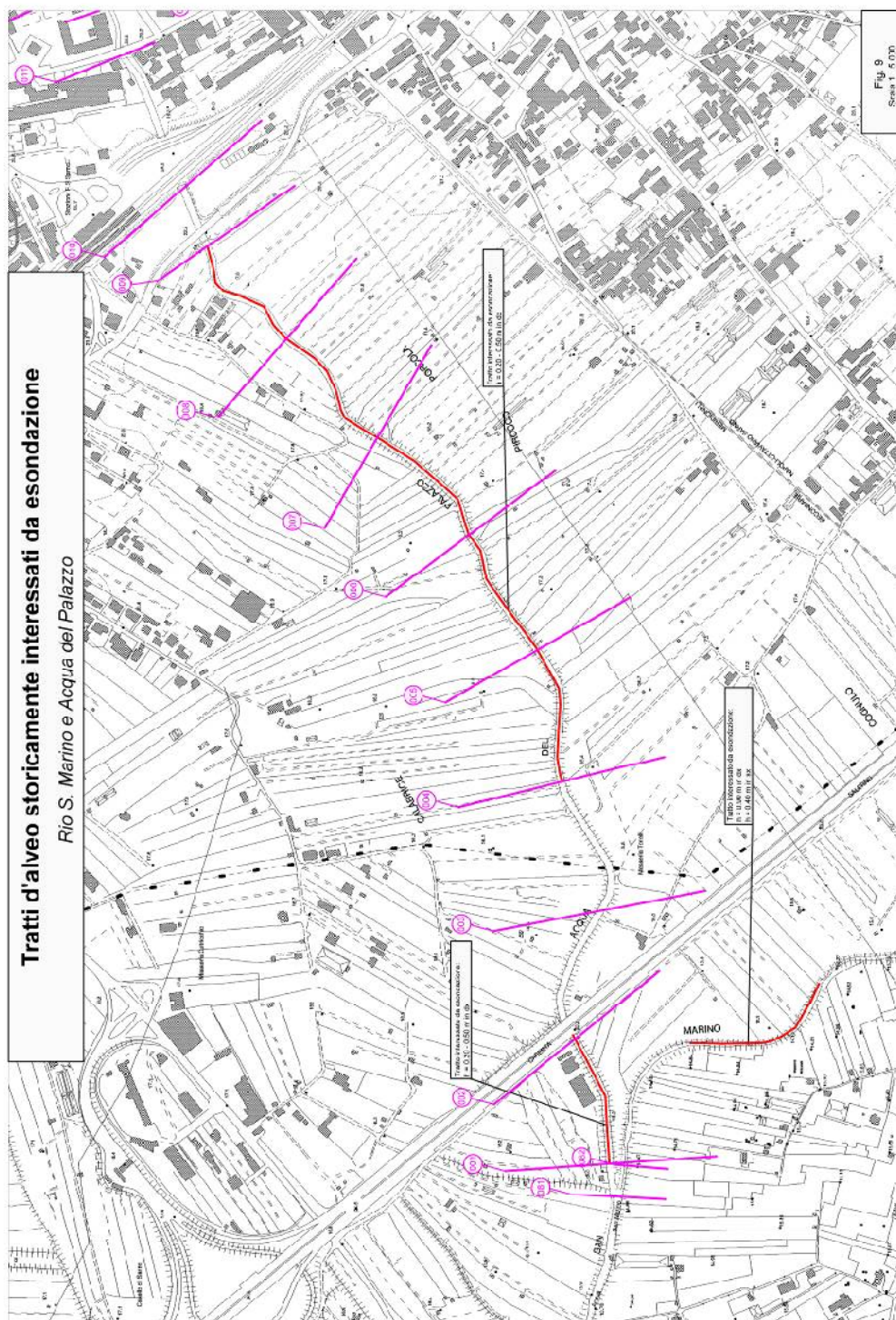


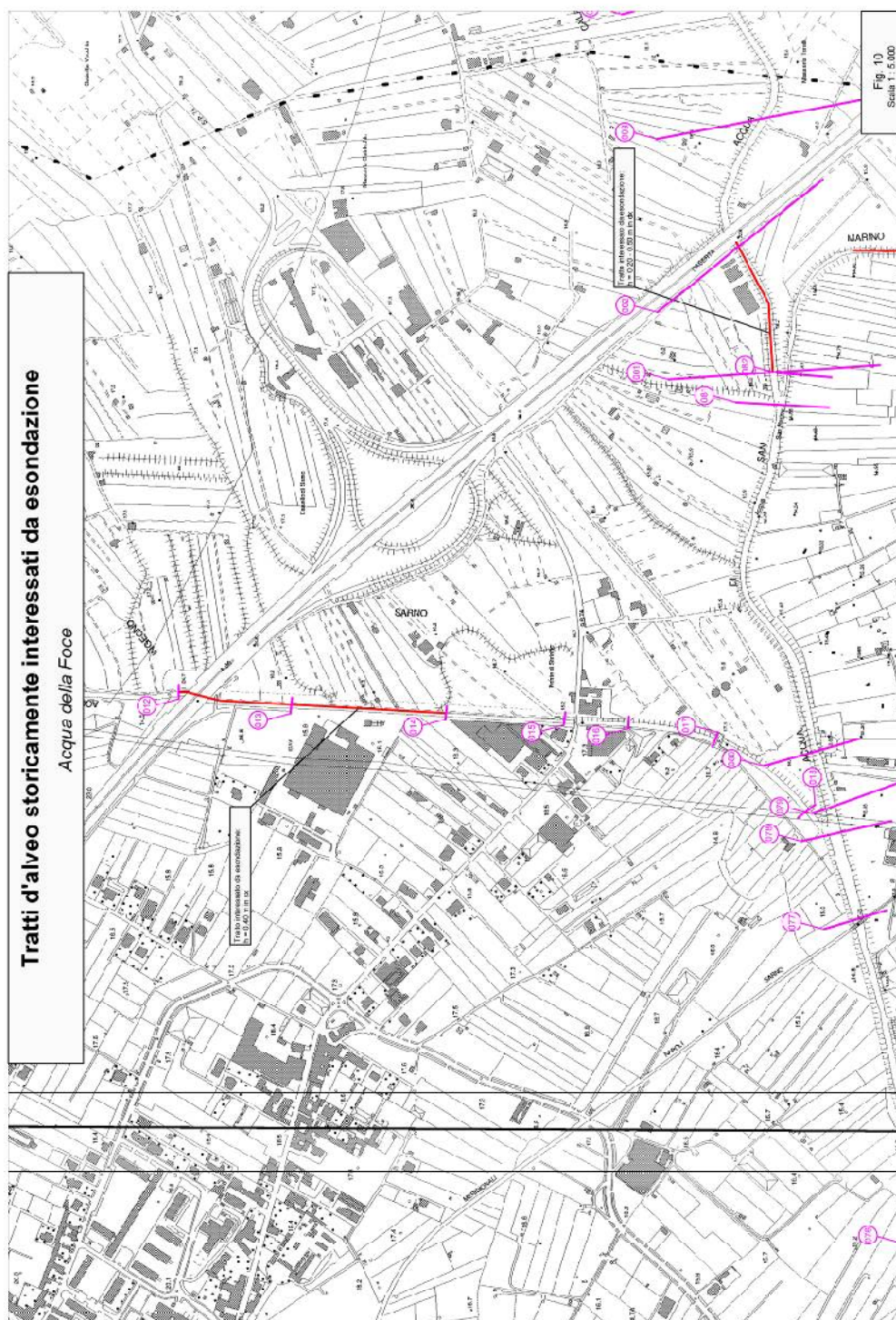


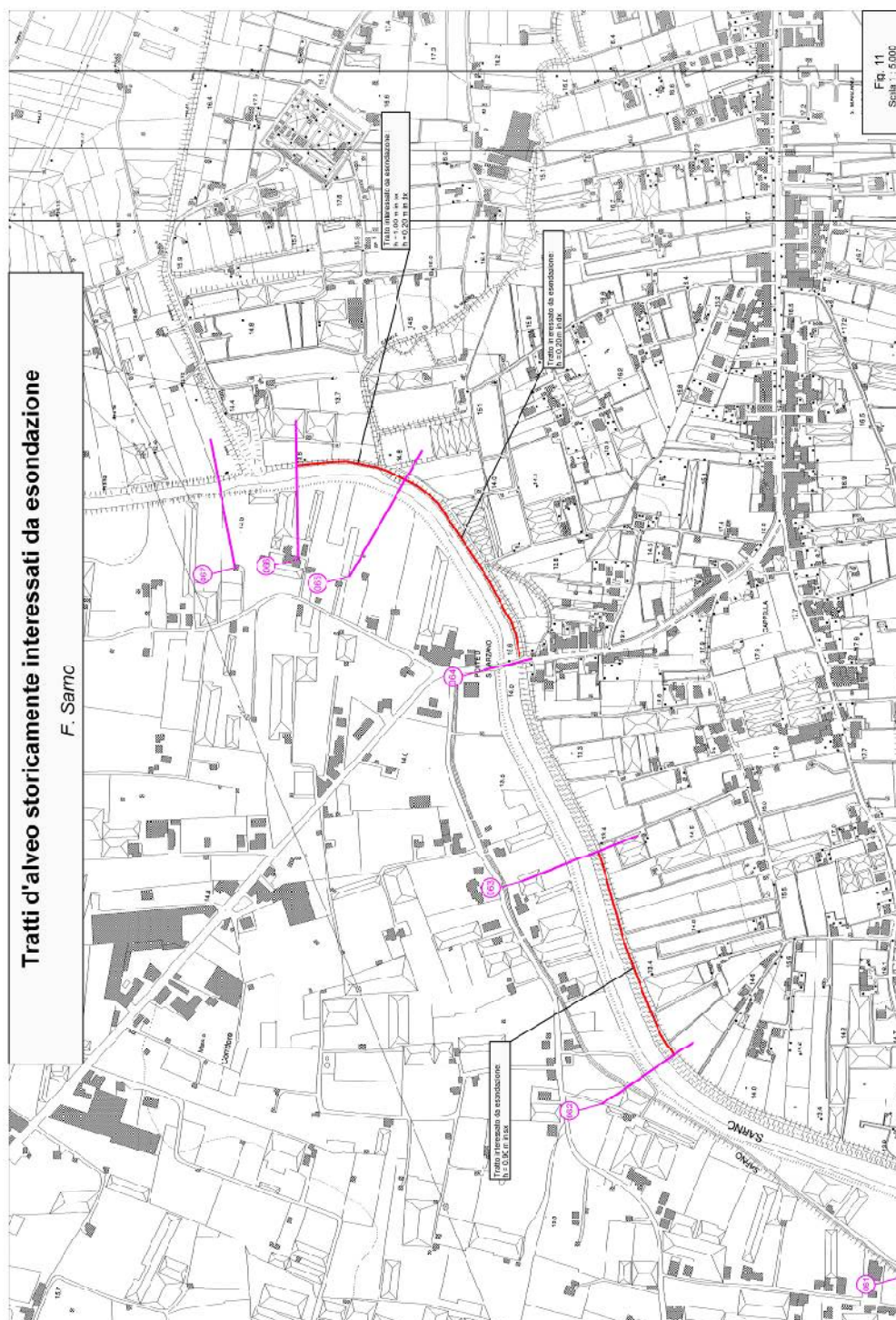


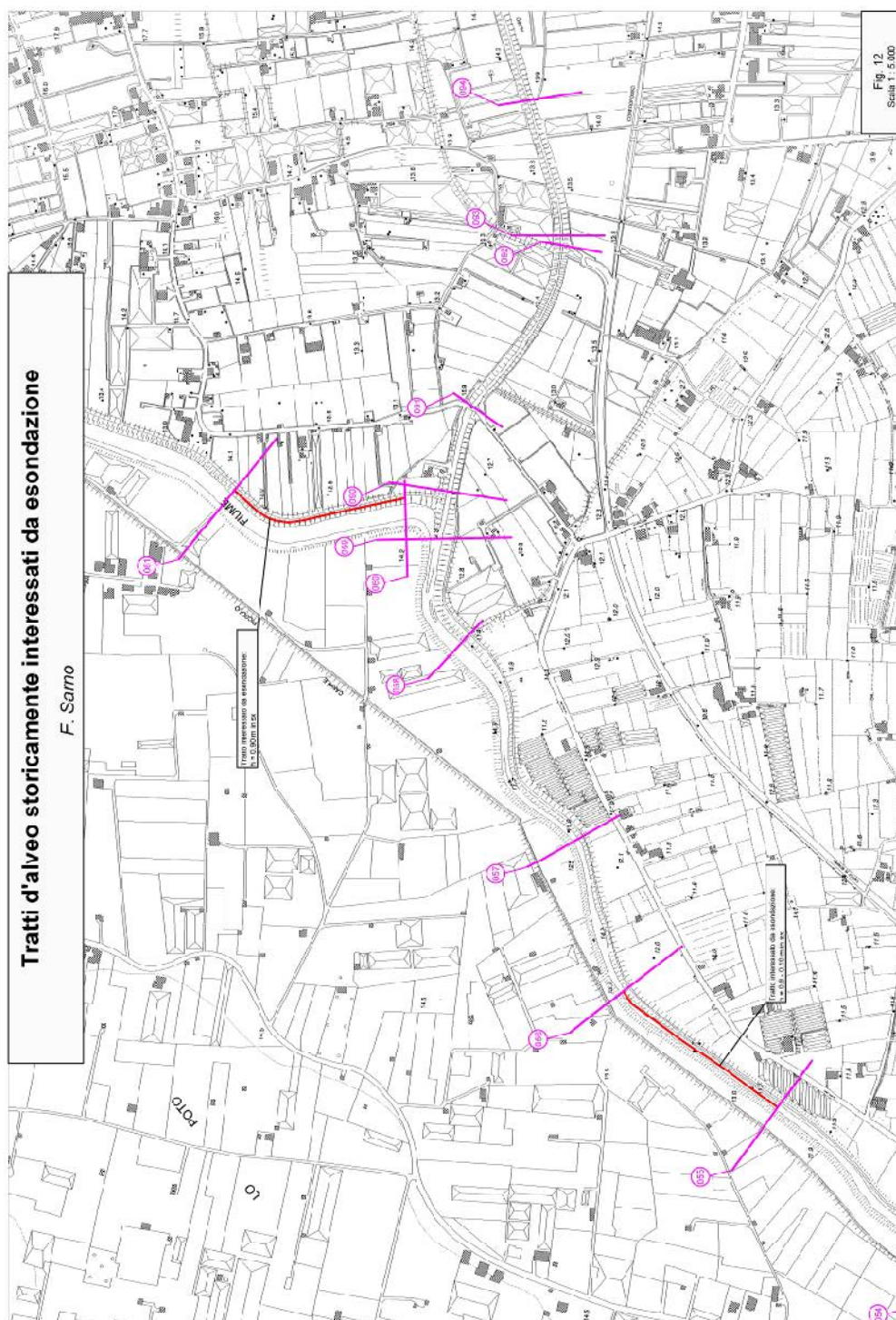


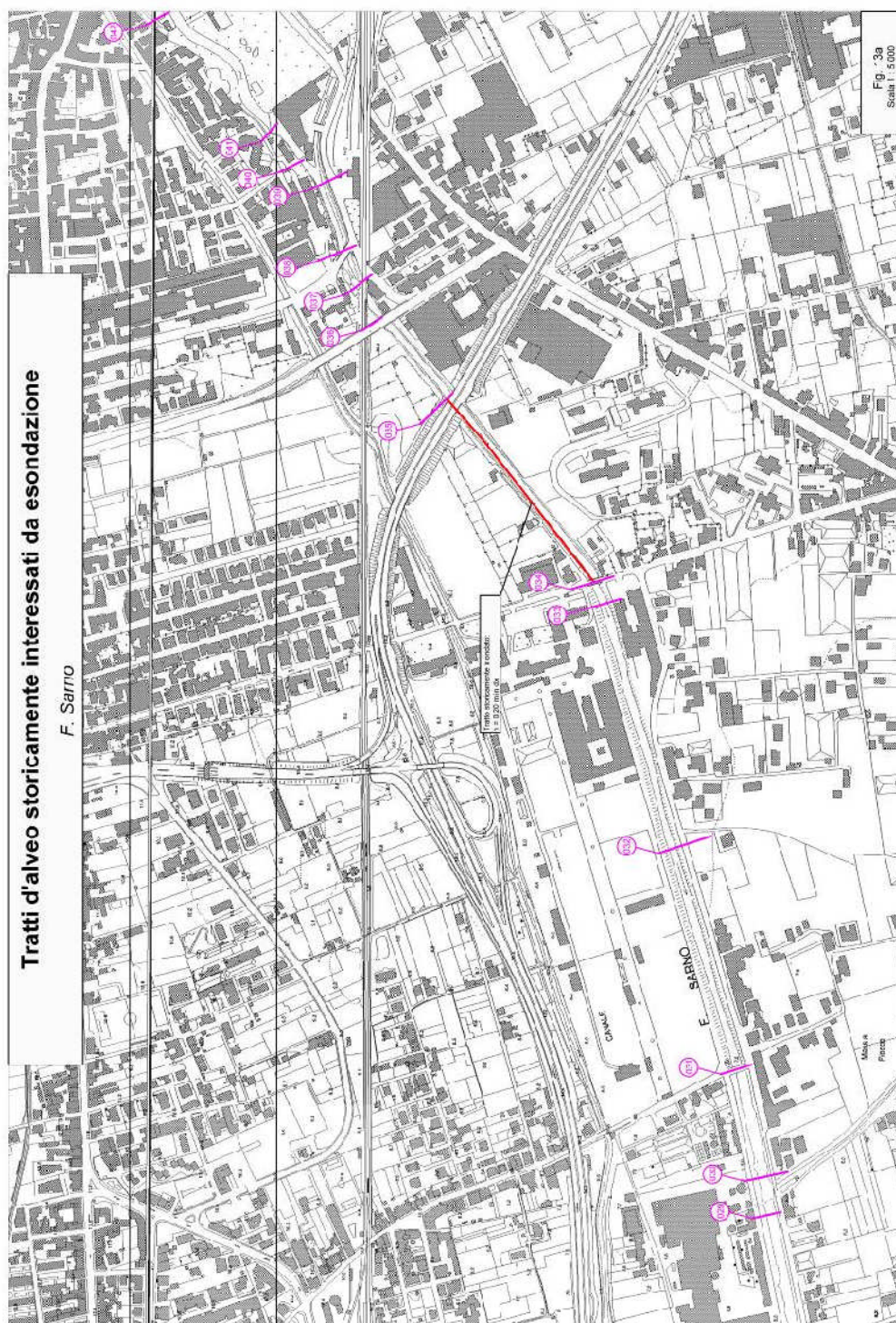


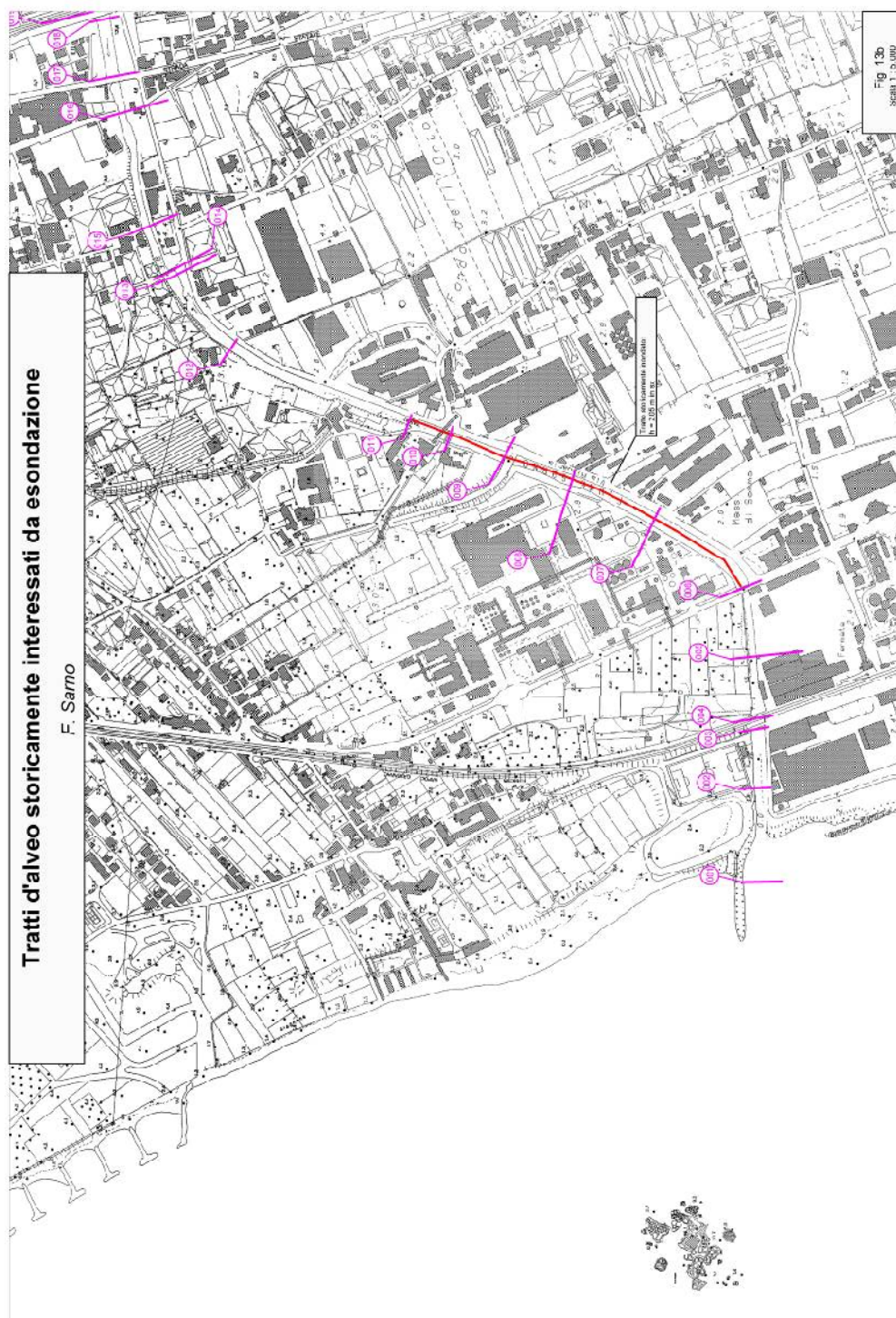


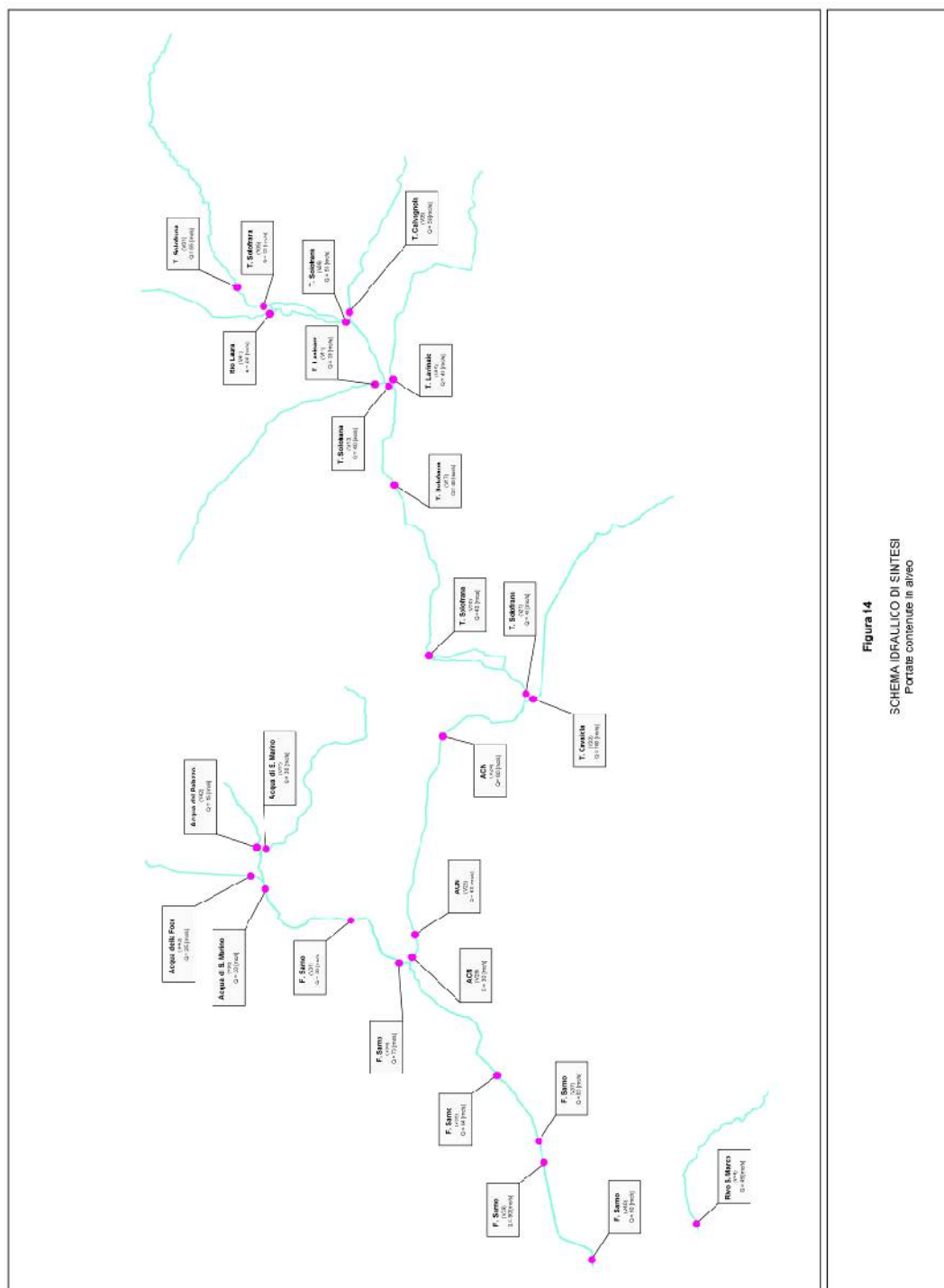












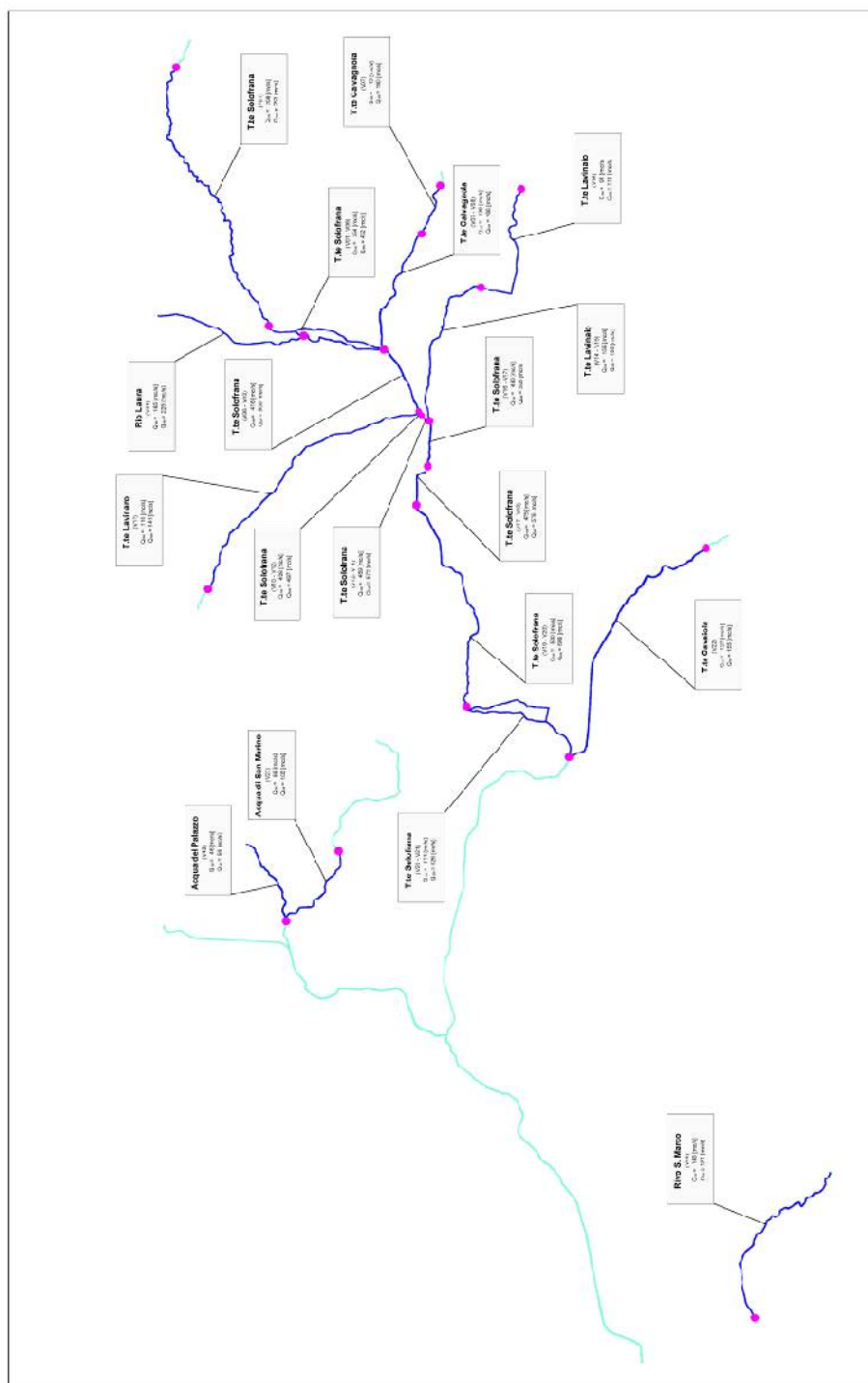


Figura 15
Guddivisore del reticolo idrografico in tranchi idrologicamente omogenei

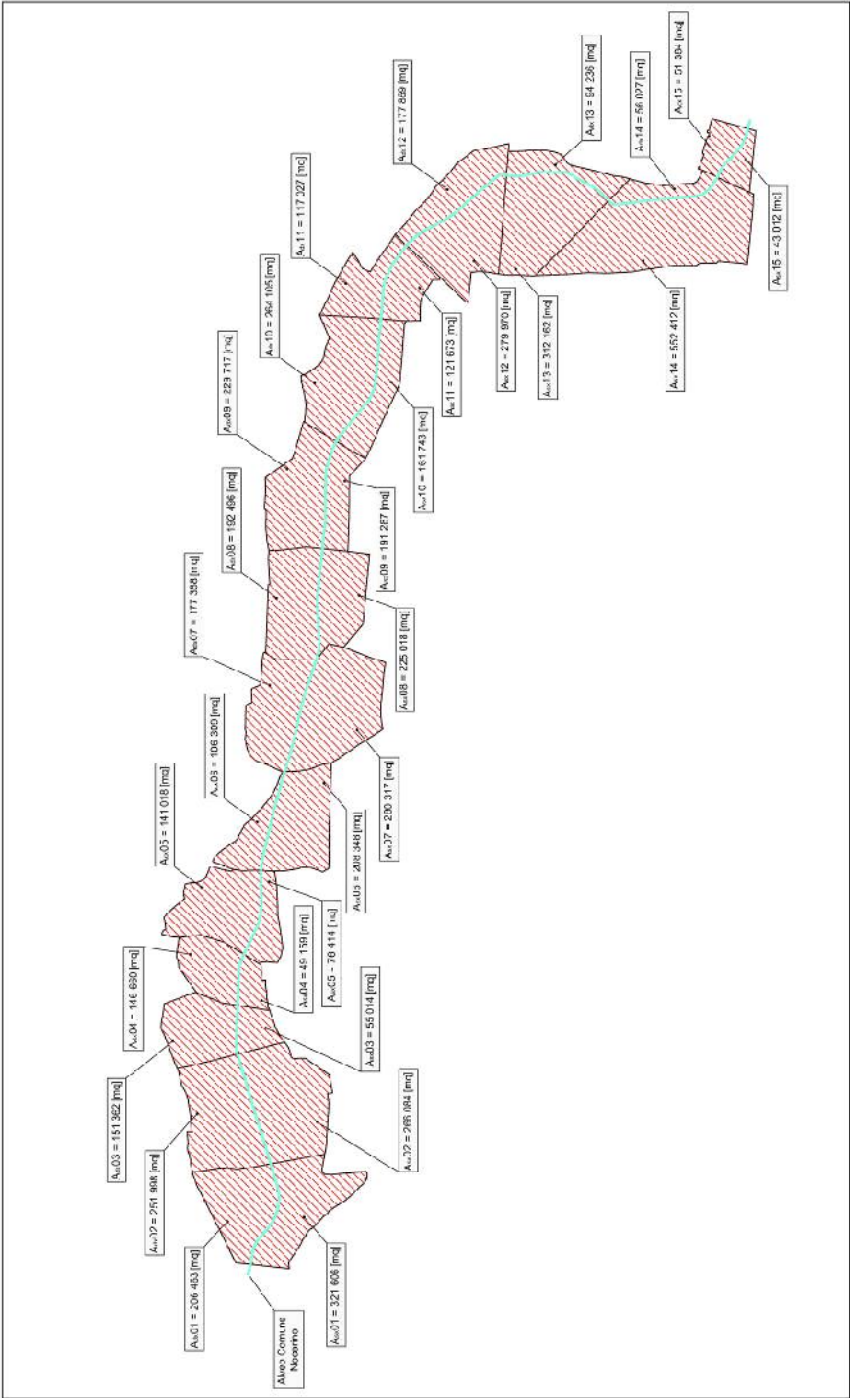
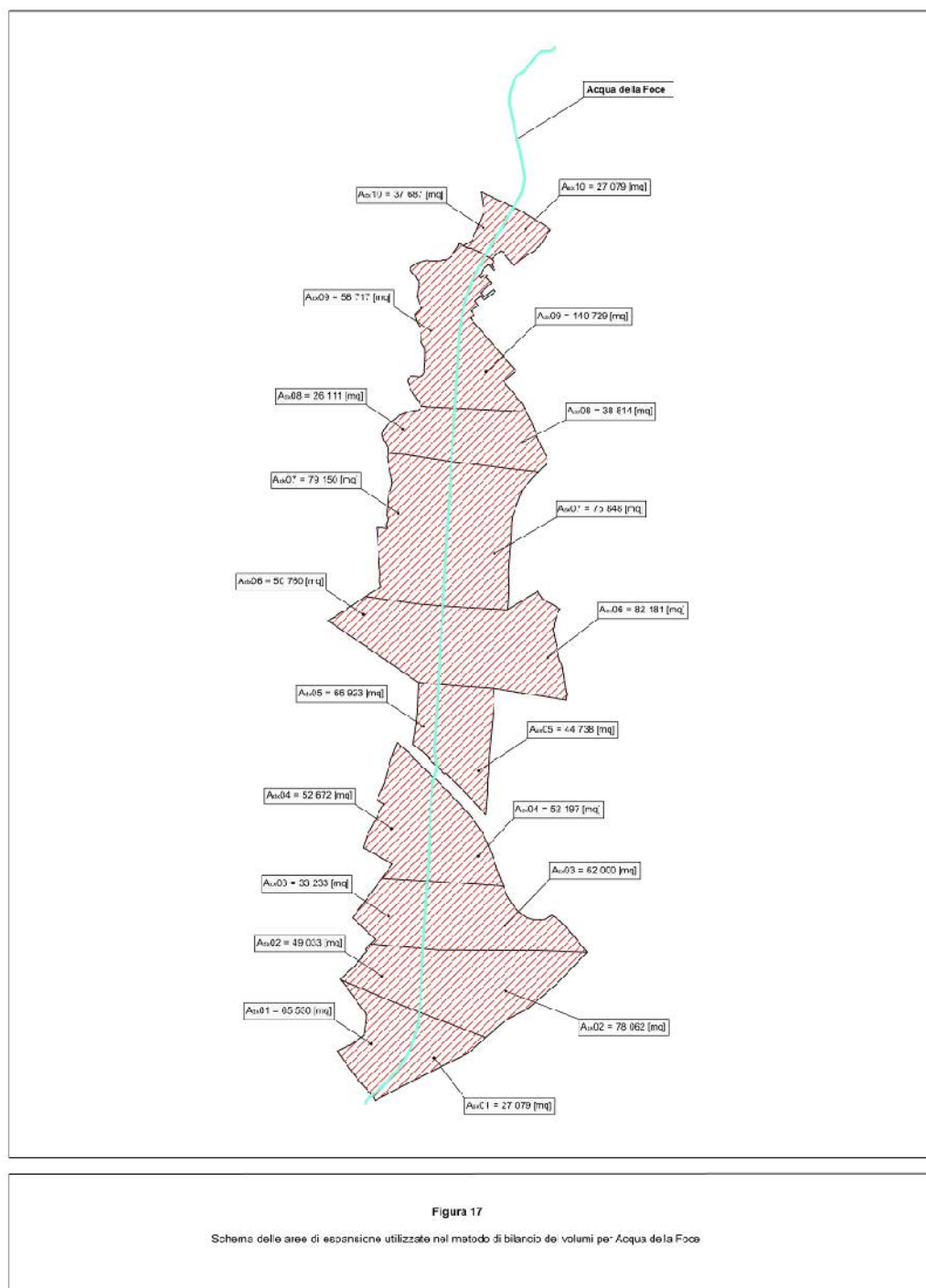


Figura 10
Schema delle aree di espansione utilizzate nel metodo di bilancio dei volumi per l'Aliso Commune Nozorio



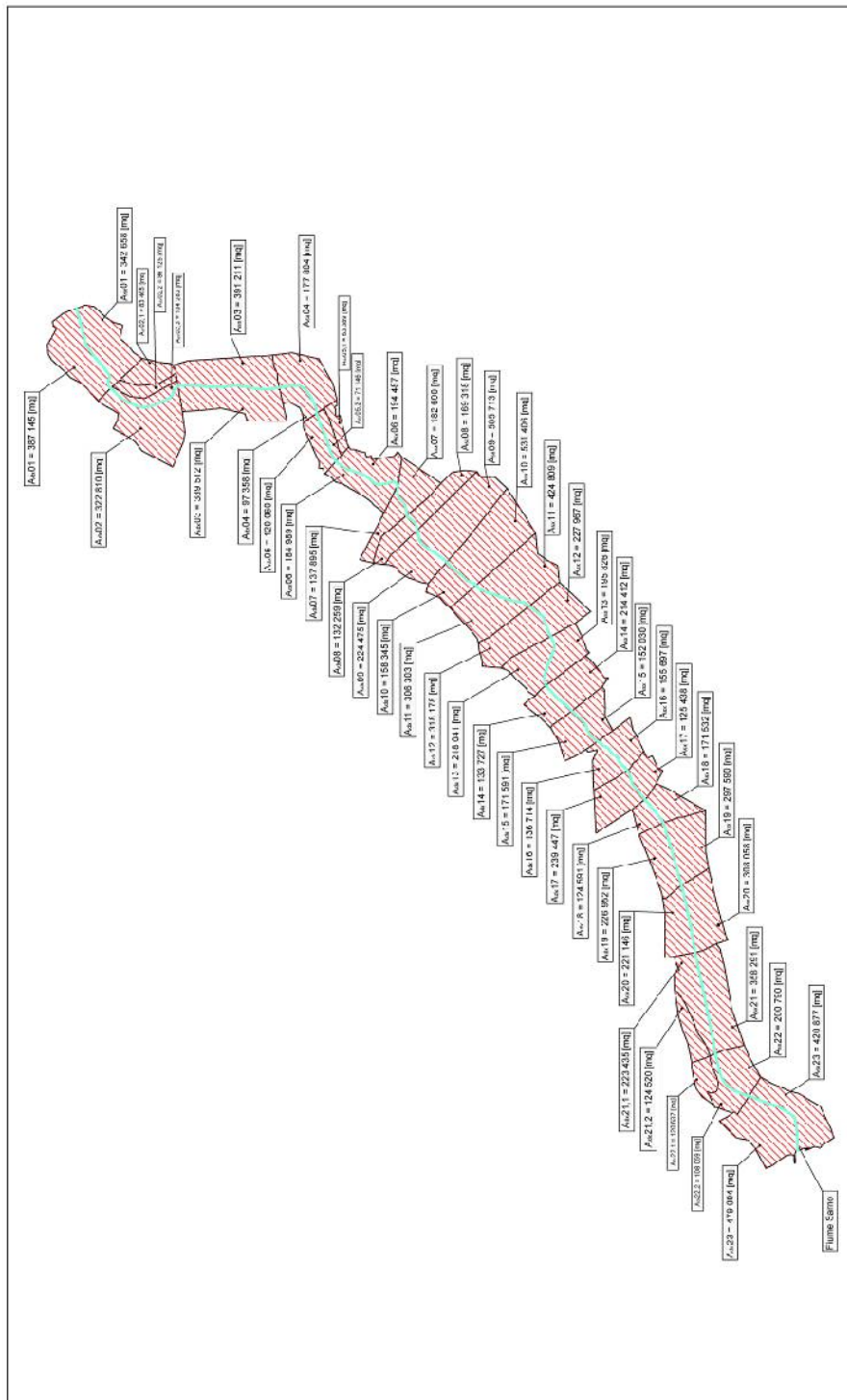


Figure 10

Schema delle aree di espansione utilizzate nel metodo di bilancio dei volumi per il fiume Sarno

IL PROCESSO DI OMOGENEIZZAZIONE - Conclusioni

12 PREMESSA

Il processo di omogeneizzazione dei risultati degli studi idraulici redatti a corredo dei PSAI delle due Autorità di Bacino confluite in quella della Campania Centrale ha avuto come obiettivo principale l'individuazione di un percorso di sintesi che permettesse, nel contempo, la convivenza e l'integrazione, in un unico strumento, di tutte le informazioni acquisite durante la decennale esperienza di gestione dei due Piani in materia di rischio idraulico. Tale sintesi è stata condotta salvaguardando i percorsi metodologici che hanno ispirato gli studi originari apportando, ove possibile, correzioni ed aggiornamenti in considerazione dei sopraggiunti scenari conoscitivi ed indirizzi normativi.

Tralasciando il dettaglio delle specifiche tecniche dei due studi idraulici di riferimento, per le quali si rimanda ai due capitoli dedicati, in questa sezione si descrivono i criteri generali adottati per l'omogeneizzazione dei due strumenti ed il percorso metodologico che ne ha determinato la scelta.

A tal fine torna utile focalizzare l'attenzione sulle differenze salienti tra i due studi e sullo sforzo compiuto dalla Segreteria Tecnica Operativa dell'Autorità di Bacino nel tentativo di ridurre tali distanze.

Le problematiche principali incontrate lungo il percorso di omogeneizzazione dei risultati di cui sopra sono riassumibili in due punti:

1. differenti fenomenologie idrauliche utilizzate per l'identificazione degli scenari di rischio;
2. differente classificazione dell'intensità dei fenomeni idraulici ai fini della definizione del rischio.

12.1 I fenomeni idraulici studiati: sintesi e confronto

Lo studio redatto per il territorio dell'ex AdB Nord Occidentale inserisce tra i fenomeni di "natura" idraulica, oltre a quelli derivanti dall'esondazione dei corsi d'acqua:

- i fenomeni di alluvionamento:
 - aree di conoide (fenomeni di "flusso iperconcentrato");
 - aree di cava;
 - aree pedemontane in versante aperto ("glacis");
- i fenomeni di allagamento:
 - conche endoreiche;
 - zone a falda sub-affiorante.

Fenomeni questi quasi del tutto assenti nello studio redatto per il territorio dell'ex AdB Sarno che focalizza, invece, l'attenzione sui fenomeni di esondazione del reticolo idrografico distinguendo l'ambito morfologico "vallivo" da quello "montano", quest'ultimo generalmente caratterizzato da correnti con minori tiranti idrici, maggiori velocità e più considerevole trasporto solido; una fenomenologia più aderente a quella da "flusso iperconcentrato" è riportata, tuttavia, nello studio geologico redatto per il territorio della medesima Autorità con particolare riferimento ai fenomeni di "colata rapida" (vedi relazione geologica di Piano); rispetto ai detti fenomeni di colata rapida le esondazioni del reticolo montano possono essere collocate in posizione intermedia tra l'approccio "monofase" del reticolo vallivo e quello "bifase" dei fenomeni franosi di tipo detritico.

In entrambi gli studi delle due ex Autorità di Bacino la trasposizione dei risultati in termini di perimetrazione delle aree interessate dai fenomeni idraulici avviene con differenti livelli di approssimazione, anche all'interno del medesimo fenomeno, in ragione dei modelli fisico-matematici utilizzati per stimarli.

Approcci geomorfologici sono stati utilizzati per la perimetrazione, in prima approssimazione, delle aree di conoide interessate da flusso iperconcentrato, delle aree di glacis e delle aree inondabili in ambito montano; su base topografica sono state, invece, perimetrare le aree di cava, le aree soggette ad allagamento (conche endoreiche e zone a falda sub-affiorante) e quelle interessate da fenomeni di esondazione; con criteri meramente geometrici (buffer di dimensione variabile) sono state, infine, individuate (per il solo territorio dell'ex AdB Nord Occidentale) le aree di attenzione per situazioni di possibile crisi idraulica da destinare a successivi approfondimenti.

Approssimazioni successive hanno interessato le aree di attenzione, quelle di conoide e quelle soggette ad esondazione per le quali l'acquisizione di rilievi topografici di maggior dettaglio e l'utilizzo di modellazioni numeriche di tipo bidimensionale hanno consentito di meglio definire le aree interessate dai corrispondenti fenomeni idraulici.

	CRITERIO PERIMETRAZIONE	LIVELLO APPROFONDIMENTO	AdB NORD OCCIDENTALE	AdB SARNO
ESONDAZIONE ASTE VALLIVE E MONTANE	geomorfologico topografico	misto	X	X
FLUSSO IPERCONCENTRATO	geomorfologico topografico	misto	X	
GLACIS	geomorfologico	base	X	
CAVE	geomorfologico	base	X	
CONCHE ENDOREICHE	geomorfologico	base	X	
FALDA SUB- AFFIORANTE	geomorfologico	base	X	
AREE ATTENZIONE	geometrico	base	X	

Tabella 11: sintesi dei fenomeni idraulici studiati nei due Piani con indicazione sintetica dei relativi criteri di perimetrazione e livelli di approfondimento.

12.2 Gli scenari di pericolosità idraulica: sintesi e confronto

Lo studio idraulico a corredo del PSAI dell'ex Adb Nord Occidentale definisce l'intensità dei due fenomeni principali, ai fini della definizione degli scenari di rischio (esondazione e flusso iperconcentrato), in funzione del periodo di ritorno ($T=20, 100$ e 300 anni), del tirante idrico e, per i fenomeni da flusso iperconcentrato, della velocità. Individua, pertanto, quattro livelli di pericolosità (molto elevata, elevata, media e moderata) dipendenti, rispettivamente, dal periodo di ritorno e dal tirante idrico, per i fenomeni di esondazione, e dal tirante idrico e dalla velocità, per i fenomeni di alluvionamento delle aree di conoide.

In quest'ultimo caso i livelli di pericolosità possono essere definiti, in prima approssimazione, su base morfologica (in funzione della granulometria dei depositi della conoide e della distanza dall'apice della medesima) mediante tre livelli di pericolosità (alta, media e bassa).

Livelli di pericolosità alta (Pa) vengono, altresì, attribuiti ad alcune aree di cava mentre nelle aree soggette ad allagamento (conche endoreiche e zone a falda sub-affiorante) sono stati assunti livelli di pericolosità bassa (Pb). Nelle aree di attenzione, infine, viene assunto cautelativamente un livello di pericolosità idraulica molto elevata (P4).

La discriminazione dei livelli di pericolosità in dette aree, così come nelle aree di conoide a pericolosità alta, media e bassa, può essere conseguita con studi idraulici di approfondimento.

Lo studio idraulico redatto nell'ambito del PSAI dell'ex AdB Sarno definisce, similmente, l'intensità dei fenomeni di esondazione (gli unici contemplati) in funzione del periodo di ritorno ($T=30$ e 100 anni), del tirante idrico e della velocità, definendo altrettanti livelli di pericolosità idraulica (molto elevata, elevata, media e moderata) e non attribuendo, tuttavia, alcun peso, ai fini della definizione del rischio, allo scenario con periodo di ritorno $T=300$ anni. I livelli di pericolosità vengono, inoltre, tradotti in "fasce fluviali" (A, B e C), attribuendo alla fascia A l'area interessata dal transito dell'80% della piena con periodo di ritorno $T=100$ anni (pericolosità molto elevata) ed alla fascia B la restante parte (pericolosità elevata); la fascia C, perimetrata sulle sole aste vallive, viene, invece, attribuita alle aree interessate dal transito delle piene con ritorno $T=300$ anni.

La fascia A include, inoltre, su tutti i corsi d'acqua principali, una fascia di rispetto di ampiezza dieci metri, misurata a partire dal limite più esterno degli stessi (sponde o argini). La fascia fluviale B può essere, infine, ulteriormente suddivisa in tre sottofasce (B1, B2 e B3) – a pericolosità idraulica, rispettivamente, elevata, media e moderata, in funzione del periodo di ritorno ($T=30$ e 100 anni) e del tirante idrico. Detta discriminazione può essere conseguita con studi idraulici di approfondimento.

In entrambi gli studi coesistono, pertanto, anche nell'ambito del medesima tipologia di fenomeno, differenti livelli di definizione della relativa intensità idraulica nonché del conseguente scenario di rischio.

Relativamente alla vulnerabilità dei beni esposti, dipendente tanto dalle caratteristiche idrodinamiche del fenomeno idraulico quanto dal "livello di protezione" del patrimonio, in entrambi gli studi essa viene ritenuta cautelativamente massima e pari all'unità.

AdB NORD OCCIDENTALE						AdB SARNO				PERICOLOSITÀ IDRAULICA
ESONDAZIONE			FLUSSO IPERCONCENTRATO			FASCE FLUVIALI				
T (anni)	h (m)		h (m)	h x v (m²/s)		T (anni)	h (m)			
P4	20-100	> 1.00	P4	> 1.00	> 1.00	A	100	> 1.00		
P3	20-300	0.50-1.00 > 1.00	P3	0.30-1.00	0.30-1.00	B	B1	30-100	> 0.60	
P2	20-100-300	0.50-1.00 < 0.50	P2	0.10-0.30	< 0.30		B2	100	0.30-0.60	
P1	100-300	< 0.50	P1	< 0.10	< 0.30		B3	100	< 0.30	
						C	300	-		

Tabella 12: sintesi dei criteri di classificazione della pericolosità idraulica utilizzati nei due Piani.

AdB NORD OCCIDENTALE

AREE CONOIDE ⁴			AREE CAVA (a suscettibilità alta)	GLACIS, CONCHE ENDOREICHE e FALDA SUB- AFFIORANTE	PERICOLOSITÀ IDRAULICA
G	d				
Pa	ghiaia e sabbia	apicale	Pa	-	molto elevata
Pm	ghiaia e sabbia	distale	-	-	media
Pb	limo e sabbia	apicale e distale	-	Pb	bassa

Tabella 13: sintesi dei criteri di classificazione della pericolosità idraulica su base geomorfologica utilizzati nel Piano dell'AdB Nord Occidentale.

13 IL PERCORSO DI OMOGENEIZZAZIONE DEI DUE PIANI

Tutto quanto premesso, si è provveduto ad avviare un percorso di omogeneizzazione che rispondesse alle seguenti esigenze:

1. semplificare ed, eventualmente, raggruppare le fenomenologie di “dissesto” coinvolte nella definizione degli scenari di rischio idraulico, salvaguardando, ove possibile ed opportuno, le “forme” delle preesistenti perimetrazioni;
2. individuare criteri speditivi ma esaustivi per l'estendimento a tutto il territorio del bacino delle perimetrazioni relative a fenomenologie non previste nei precedenti studi;
3. formulare un criterio univoco e ragionevole, in termini di probabilità di accadimento, tiranti idrici e velocità, per la classificazione dell'intensità di tutte le fenomenologie idrauliche individuate;
4. contenere al minimo i discostamenti tra gli scenari di rischio idraulico attesi e quelli pregressi;
5. uniformare quanto più possibile gli scenari di pericolosità idraulica a quelli redatti in ossequio dell'art. 6 del D. Lgs. 49/2010 (cfr. mappe di pericolosità da alluvione).

Preliminarmente, ed al fine di ottenere un primo elemento fisicamente basato e comune ai due studi, si è provveduto ad omogeneizzare la rappresentazione del reticolo idrografico ed a verificarne ed, eventualmente, aggiornarne i principali punti di crisi idraulica.

⁴ dove G è la granulometria dei depositi di conoide e d è l'ubicazione dell'area critica rispetto all'apice della conoide.

Attraverso l'interpretazione aerofotogrammetrica (CTR 2004 ed ortofotocarta "google maps") in uno alle informazioni ricavate dalle segnalazioni degli Enti ed ai progetti esaminati nel corso dell'attività di controllo delle due AdB è stato, infatti, possibile aggiornare il database delle principali vie d'acqua del bacino con indicazione dei tratti naturali, di quelli canalizzati, dei tratti tombati e degli alvei strada. Il database è stato poi completato con l'indicazione di tutti i potenziali punti di crisi idraulica rinvenuti (ponti, opere di intercettazione, connessioni con le reti di drenaggio urbano, ecc.). Questi ultimi sono stati ulteriormente attenzionati con riferimento a quelle situazioni macroscopicamente critiche nei confronti delle piene e del relativo trasporto solido (sezioni idraulicamente insufficienti, vie d'acqua prive di recapito, opere di intercettazione inadeguate, ecc.).

La rappresentazione così ottenuta ha costituito la base di tutte le successive elaborazioni.

13.1 I fenomeni idraulici studiati: criteri di omogeneizzazione

Per quanto concerne la scelta delle fenomenologie da importare nel "nuovo" Piano la decisione finale è stata orientata all'individuazione di tre tipologie di dissesto riconducibili, rispettivamente, a fenomeni di:

- esondazione del reticolo idrografico;
- alluvionamento delle aree di conoide;
- allagamento di aree topograficamente sensibili (conche endoreiche e zone a falda sub-affiorante).

A queste tre tipologie si aggiunge la perimetrazione delle aree di attenzione per situazioni di possibile crisi idraulica, confermando il principio di salvaguardia introdotto dall'ex AdB Nord Occidentale nei confronti di quelle aree, potenzialmente rischiose, non ancora interessate da studi di dettaglio.

Sono stati, invece, esclusi dal processo di omogeneizzazione i fenomeni alluvionali relativi alle aree di cava e di glacis (previsti nello studio dell'ex AdB Nord Occidentale) non ritenuti significativi ai fini della definizione degli scenari di pericolosità e rischio idraulico.

Pertanto, come risultato del processo di omogeneizzazione, nella mappatura dei fenomeni di esondazione del reticolo idrografico sono confluite le aree inondabili perimetrate nell'ambito dello studio idraulico redatto per l'ex AdB Nord Occidentale e quelle, omologhe, perimetrate dall'ex AdB Sarno lungo le aste vallive nonché tutte quelle ripерimеtrate, a seguito di studi di maggior dettaglio, a valle dell'aggiornamento 2010.

Nella mappatura dei fenomeni di alluvionamento delle aree di conoide, invece, sono confluite:

- le aree di conoide suscettibili a flussi detritici iperconcentrati individuate, in prima approssimazione, dall'ex AdB Nord Occidentale;
- le aree alluvionabili delle medesime conoidi, laddove studiate ed opportunamente ripерimеtrate;
- le aree inondabili perimetrate dall'ex AdB Sarno lungo le aste montane.

Con riferimento al territorio dell'ex AdB Sarno, al fine di meglio definire la fenomenologia alluvionale nelle aree di conoide, è stata valutata l'ipotesi di importare, quale elemento cautelativamente rappresentativo del fenomeno, le conoidi attive riportate nella corrispondente carta geomorfologica; la sovrapposizione delle forme alla mappatura delle aree inondabili individuate per le aste montane (mappatura effettuata su base geomorfologica) ha, tuttavia, evidenziato una certa ridondanza delle informazioni, accompagnata da un significativo incremento di aree suscettibili a dissesto, in ambiti statisticamente non interessati dal fenomeno; dette considerazioni hanno suggerito di assimilare le aree inondabili perimetrate lungo le aste montane dell'ex AdB Sarno a quelle interessate da flusso iperconcentrato nell'ex AdB Nord Occidentale (anche in considerazione di una sensibile affinità tra le rispettive forme) inserendo entrambe tra i fenomeni alluvionali ad elevato trasporto solido.

Tale assimilazione ha dato l'opportunità di estendere la perimetrazione del fenomeno anche al reticolo idrografico dell'isola d'Ischia definendo, su base morfologica, le relative aree alluvionabili.

Ai fini della mappatura dei fenomeni di allagamento nelle aree topograficamente sensibili, infine, la necessità di estendere le perimetrazioni all'intero territorio dell'ex AdB Sarno (del tutto sprovvisto di tali informazioni) ha suggerito di aggiornare il dato sull'intero bacino della Campania Centrale. Pertanto, con particolare riferimento alla mappatura delle aree suscettibili ad allagamento da falda sub-affiorante, si è proceduto ad un'elaborazione GIS sui DTM (topografico e piezometrico) disponibili presso le due ex Autorità⁵ estrapolando le aree aventi scarto tra la quota topografica e quella piezometrica inferiore a due metri; i risultati ottenuti hanno confermato, dettagliandone i contorni, le aree di Licola, Patria e del Sebeto ed escluso quelle di Acerra e dell'asta dei Regi Lagni, già individuate dall'ex AdB Nord Occidentale, nonché introdotto una vasta area nella valle del fiume Sarno, avvalorando le informazioni a disposizione dell'ex Autorità. Tra le conche endoreiche risultano, invece, perimetrate quella di Forino e quella di Piano di Prato, entrambe nel territorio dell'ex AdB Sarno e confermate quelle già individuate nel territorio dell'ex AdB Nord Occidentale, dove è stato previsto l'inserimento di una nuova area a nord del CIS di Nola.

Per quanto concerne la definizione delle aree di attenzione, il processo di omogeneizzazione ha comportato l'estendimento delle stesse al territorio dell'ex AdB Sarno (che non le comprendeva) e l'integrazione di quelle già previste nel territorio dell'ex AdB Nord Occidentale.

Nel primo caso, sovrapponendo alle aree inondabili già studiate il reticolo idrografico aggiornato ed i relativi punti di crisi, sono state individuate tutte quelle situazioni di possibile disordine idraulico non salvaguardate dal precedente Piano e per le quali si fossero manifestati, nel recente passato, eventi significativi; sono state, quindi, posizionate aree di attenzione sui principali alvei strada (con buffer di ampiezza 25 metri) e, previa attenta valutazione dell'orografia dei luoghi, alcune criticità di tipo puntuale (con buffer circolari di diametro variabile da 50 a 100 metri, in ragione dell'estensione dei bacini sottesi); numerose aree di attenzione (con buffer circolari di diametro 100 metri) sono state aggiunte, infine, anche in corrispondenza dei "punti di crisi localizzata" già individuati sul territorio dell'ex AdB Nord Occidentale⁶.

⁵ DTM ricostruiti a partire dalla cartografia ufficiale CTR 2004 e dai progetti di Piano Stralcio di Tutela delle Acque – aggiornamento 2004, redatti dalle STO delle due ex Autorità di Bacino.

⁶ per tali punti (indicati con freccette rosse nelle mappe del rischio idraulico) il Piano dell'ex AdB Nord Occidentale, pur definendo nella relativa Normativa di Attuazione un buffer circolare di ampiezza cento metri cui estendere la disciplina delle aree a rischio e pericolosità molto elevata, non prevedeva alcun riscontro cartografico.

ESONDAZIONE reticolo idrografico	ALLUVIONAMENTO aree di conoide	ALLAGAMENTO aree topograficamente sensibili	AREE ATTENZIONE
fasce fluviali aste "vallive" (ex Sarno)	flussi iperconcentrati (ex Nord Occidentale)	conche endoreiche (aggiornamento)	alvei strada (aggiornamento)
aree esondazione (ex Nord Occidentale)	aree di conoide non studiate (ex Nord Occidentale)	falda sub-affiorante (aggiornamento)	punti crisi idraulica (aggiornamento)
	fasce fluviali aste "montane" (ex Sarno)		

Tabella 14: fenomeni idraulici confluiti nel processo di omogeneizzazione.

13.2 Gli scenari di pericolosità idraulica: criteri di omogeneizzazione

Le principali difficoltà del percorso di omogeneizzazione sono state incontrate nell'individuazione dei criteri per la classificazione dell'intensità dei fenomeni idraulici descritti.

Nello specifico, tanto la rappresentazione in termini di pericolosità contenuta nei due piani quanto quella in termini di fasce fluviali contenuta nel piano dell'ex AdB Sarno non si sono mostrate funzionali agli obiettivi prefissati. Questo perché in entrambi gli studi i quattro livelli di pericolosità idraulica individuati non trovano corrispondenza tra di loro né in termini di periodi di ritorno, né di caratteristiche idrodinamiche (velocità e tirante idrico) mentre la rappresentazione in fasce fluviali, già forzosa per il territorio dell'ex AdB Sarno, si è mostrata ancor meno idonea a descrivere le problematiche idrauliche del territorio dell'ex AdB Nord Occidentale (cfr. paragrafo iniziale *Generalità*).

Tali criticità hanno suggerito di utilizzare quali criteri di omogeneizzazione quelli contenuti negli "indirizzi operativi per l'attuazione della direttiva 2007/60/CE relativi alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni"⁷ e già utilizzati dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale per la redazione delle "mappe di pericolosità e del rischio da alluvioni" di cui al D.Lgs. 49/2010; tale documento definisce, infatti, tre scenari alluvionali di riferimento (corrispondenti ad altrettanti intervalli del periodo di ritorno) caratterizzati da probabilità di accadimento, rispettivamente, elevata, media e bassa.

In questo modo l'intensità del fenomeno alluvionale può essere correlata direttamente al periodo di ritorno ovvero alla frequenza di accadimento, indipendentemente dai parametri idrodinamici che lo caratterizzano; la variabilità del periodo di ritorno che caratterizza ciascuno dei tre scenari consente, inoltre, una più agevole collocazione dei diversi livelli di pericolosità idraulica (o di qualunque altra classe ad essi riconducibile) all'interno degli stessi.

⁷ documento conclusivo dal Tavolo Tecnico Stato-Regioni redatto con il contributo dell'ISPRA, delle Autorità di Bacino di rilievo nazionale e delle Regioni.

	T (anni)	PROBABILITÀ ACCADIMENTO	ALLUVIONI
P3	20-50	elevata	frequenti
P2	100-200	media	poco frequenti
P1	200-500	bassa	rare

Tabella 15: definizione degli scenari alluvionali secondo il D.Lgs. 49/2010.

Gli indirizzi operativi di cui sopra hanno suggerito, pertanto, l'individuazione di tre livelli di pericolosità idraulica (elevata, media e bassa), riconducibili alla frequenza di accadimento del fenomeno alluvionale, all'interno dei quali far confluire le classi di pericolosità/fasce individuate dai due PSAI.

Nel caso specifico e per quanto concerne i fenomeni idraulici contenuti nel PSAI dell'ex AdB Nord Occidentale, attesi i periodi di ritorno cui fanno riferimento, si è scelto di attribuire le aree classificate a pericolosità molto elevata (P4) ed elevata (P3) allo scenario a maggior probabilità di accadimento (ovvero a pericolosità elevata) e quelle classificate a pericolosità media (P2) e moderata (P1), rispettivamente, agli scenari a media e minor probabilità di accadimento (ovvero a pericolosità media e bassa).

Per quanto riguarda la rappresentazione dei fenomeni idraulici prevista dal PSAI dell'ex AdB Sarno, invece, le aree perimetrate in fascia A sono state associate allo scenario a maggior probabilità di accadimento, quelle in fascia B e nelle relative sottofasce B1, B2 e B3, allo scenario a media probabilità; quelle perimetrate in fascia C, allo scenario a minor possibilità di accadimento. L'attribuzione della fascia A allo scenario più probabile si giustifica con la sua stessa definizione: in tale fascia transita, infatti, oltre l'80% della piena con ritorno centennale e, verosimilmente, un'aliquota considerevole della piena con ritorno trentennale; nella trasposizione in termini di pericolosità, infine, la fascia A è stata riportata, laddove presente, al netto della fascia di rispetto di ampiezza dieci metri non essendo quest'ultima correlabile all'intensità dell'evento.

Il raggruppamento delle classi di pericolosità proposto per le aree perimetrate dall'ex AdB Nord Occidentale si riferisce tanto ai fenomeni di esondazione che a quelli di alluvionamento delle conoidi (laddove riperimetrate a seguito di studi di dettaglio); nei casi in cui queste ultime risultino perimetrate in via approssimativa su base geomorfologica, l'intera area di conoide, indipendentemente dal livello di pericolosità previsto dal PSAI, è stata classificata nello scenario a maggior probabilità di accadimento (pericolosità elevata) ad eccezione di rari casi in cui la parte valliva delle medesime è stata inserita nello scenario a pericolosità media.

Analogamente, il raggruppamento delle classi di pericolosità proposto per le fasce fluviali perimetrate dall'ex AdB Sarno si riferisce tanto all'ambito vallivo che a quello montano; in quest'ultimo caso non è previsto lo scenario a minor possibilità di accadimento (pericolosità bassa).

Nello scenario ad elevata possibilità di accadimento sono state inserite cautelativamente anche le aree di attenzione, mentre le altre aree suscettibili di allagamento (conche endoreiche e zone a falda sub-affiorante) sono state ricomprese nello scenario a minor frequenza (bassa pericolosità).

PERICOLOSITÀ		AdB Nord Occidentale			AdB Sarno		
elevata	P3	P4	P3	Pa	A		
media	P2	P2			Pm	B1	B2
bassa	P1	P1			Pb	C	

Tabella 16: definizione dei criteri di omogeneizzazione delle pericolosità idrauliche.

14 GLI SCENARI DI RISCHIO IDRAULICO: LA VULNERABILITÀ TOPOGRAFICA

I tre scenari di pericolosità idraulica così individuati, indipendentemente dal fenomeno cui fanno riferimento, sono stati utilizzati, previa determinazione del valore esposto e del danno atteso, per la definizione degli scenari di rischio idraulico secondo la matrice danno/pericolosità di cui ai richiamati indirizzi operativi; essendo il danno atteso D funzione lineare del valore esposto E attraverso la vulnerabilità V ⁸:

		scenari pericolosità		
RISCHIO		P3	P2	P1
classi danno	D4	R4	R3	R2
	D3	R3	R3	R1
	D2	R2	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Tabella 17: definizione degli scenari di rischio in funzione delle classi di danno.

Tale definizione ha evidenziato, tuttavia, la perdita di importanti informazioni relative agli scenari di rischio idraulico a suo tempo individuati dalla ex Adb Sarno; l'aver fatto confluire le sottofasce B1, B2 e B3, originariamente associate a livelli di pericolosità elevata, media e moderata, nell'unico scenario a probabilità intermedia di accadimento (pericolosità media P2) determina, infatti, un'univoca classificazione del rischio idraulico, più gravosa delle precedenti e non coerente con il livello di approfondimento degli studi che le hanno individuate⁹:

⁸ $D = V \times E$

⁹ la suddivisione in sottofasce scaturisce, infatti, da studi di approfondimento che hanno dettagliato la propagazione dei fenomeni di esondazione con ritorno centennale all'interno della fascia B indifferenziata.

		sottofasce fluviali		
		B1	B2	B3
classi danno	RISCHIO			
	D4	R3	R2	R1
	D3	R2	R1	R1
	D2	R1	R1	R1
	D1	R1	R1	R1

Tabella 18: definizione degli scenari di rischio nelle sottofasce B1, B2 e B3 dell'ex AdB Sarno.

Detta criticità, conseguente alla scelta di correlare gli scenari di pericolosità al periodo di ritorno svincolandoli dai parametri idrodinamici del fenomeno, ha suggerito di recuperare le informazioni perse attraverso una nuova definizione della vulnerabilità.

Se pensiamo, infatti, a quest'ultima come al prodotto di due termini, rispettivamente, dipendenti dai parametri idrodinamici del fenomeno idraulico V_i e dal grado di protezione del patrimonio esposto V_p , possiamo tradurre l'informazione idraulica del generico fenomeno (velocità e tirante idrico) in altrettante classi di vulnerabilità parziale V_i ovvero di vulnerabilità totale V^{10} ed, a parità di valore esposto E , di danno atteso D .

Nel caso specifico, al fine di salvaguardare gli scenari di rischio idraulico determinati dall'AdB ex Sarno nelle sottofasce B1, B2 e B3 sono stati, pertanto, definiti, nel solo scenario a pericolosità media (P2), quattro livelli di vulnerabilità (massima, alta, media e bassa), il primo dei quali corrispondente a valori unitari di entrambi i termini parziali di cui sopra (ovvero totale assenza di informazioni idrodinamiche e sul grado di protezione del patrimonio esposto), i rimanenti tre ad altrettante classi del termine V_i a loro volta riconducibili alle coppie h , v (tirante idrico e velocità) stimate nelle tre ex sottofasce:

		h (m)	v (m/s)	ex sottofasce
vulnerabilità parziale (V_i)	V4i	-	-	
	V3i	> 0.60	~ 0.0	
	V2i	0.30-0.60	~ 0.0	
	V1i	< 0.30	~ 0.0	

Tabella 19: definizione delle classi di vulnerabilità parziale V_i nello scenario a pericolosità media (P2).

Resta inteso che, in assenza di informazioni sul grado di protezione del patrimonio esposto ($V_p = 1$) la vulnerabilità totale coincide con il termine V_i che, nel caso in specie, essendo trascurabili i valori di velocità che accompagnano il fenomeno di esondazione, viene a dipendere dal solo tirante idrico, quest'ultimo strettamente collegato alla topografia dei luoghi; la vulnerabilità attribuita alle sottofasce B1, B2 e B3 si configura, quindi, come una vulnerabilità "topografica" che combinata con il valore esposto determina ulteriori classi di danno atteso cui riferire gli scenari di rischio idraulico.

¹⁰ $V = V_i \times V_p$ con $0 < V_i$ e $V_p \leq 1$

La matrice di trasposizione del valore esposto in danno atteso attraverso la vulnerabilità è stata ottenuta, pertanto, in maniera tale che la successiva intersezione con lo scenario a pericolosità idraulica media (P2) determinasse classi di rischio compatibili con quelle definite in tabella 7:

		vulnerabilità			
valore esposto	DANNO	V4	V3	V2	V1
	E4	D4	D3	D2	D1
	E3	D3	D2	D1	D1
	E2	D2	D1	D1	D1
	E1	D1	D1	D1	D1

Tabella 20: definizione delle classi di danno in funzione della vulnerabilità.

Nelle more di studi idraulici di dettaglio, nonché di approfondimenti sul grado di protezione del patrimonio esposto, a tutte le aree perimetrate a pericolosità idraulica nel presente Piano viene attribuita, indipendentemente dal fenomeno che le determina, vulnerabilità massima V4 (valore unitario). Criteri alternativi per la differenziazione della vulnerabilità parziale V_i in funzione dei parametri idrodinamici potranno essere proposti nei rimanenti scenari di evento (a maggiore e minore probabilità di accadimento), ferma restando la definizione del danno di cui alla tabella 9.

La valutazione della vulnerabilità idraulica, svolta nell'ambito dello scenario di pericolosità media P2, ha, pertanto, riguardato le sole aree in cui è risultata disponibile la suddivisione della ex fascia fluviale B nelle tre sottofasce B1, B2 e B3; la cartografia relativa a tale tematismo viene, quindi, proposta, nell'ambito dell'omogeneizzazione dei PSAI, esclusivamente per quei territori comunali già oggetto di studi idraulici di approfondimento. A seguire l'elenco dei Comuni interessati (quelli contrassegnati con l'asterisco hanno visto lo studio idraulico esteso all'intero territorio comunale):

1. Bracigliano*;
2. Castellammare;
3. Castel San Giorgio;
4. Gragnano;
5. Mercato San Severino;
6. Montoro;
7. Nocera Inferiore*;
8. Nocera Superiore;
9. Pagani;
10. Roccapiemonte;
11. San Marzano*;
12. San Valentino Torio;
13. Scafati;
14. Solofra.

La relativa cartografia comprende un totale di n. 24 tavole grafiche, prodotte in scala 1:5000, il cui quadro d'unione è riportato nell'elaborato denominato *Quadro di riferimento studi idraulici di dettaglio ex AdB Sarno*.

APPENDICE 1 - TABELLE

(Sezioni e portate dei corsi d'acqua principali - PAI 2002)

BACINO DEL CARMIGNANO

LAGNO PALATA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₃₀₀ (m ³ /s)
3	27.33	39.32	48.32
5	31.90	45.91	56.42
6	32.40	46.63	57.30
7	34.95	50.30	61.80
11	48.72	70.00	86.16

LAGNO ARENA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₃₀₀ (m ³ /s)
17	25.03	36.02	44.26
25	27.35	39.35	48.36
26	53.50	77.00	94.60
27	54.85	78.93	97.00

BACINO DI AVELLA

LAGNO DI AVELLA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₃₀₀ (m ³ /s)
A1	12.63	18.17	22.32
A2	16.63	23.94	29.42
A3	22.32	32.13	39.48
A4	23.27	33.49	41.17
A5	23.92	34.42	42.31
A6	40.82	58.74	72.18
A7	41.78	60.13	73.89
A8	48.81	70.23	86.30
a9	77.25	111.00	136.85
a10	77.59	111.42	137.19

LAGNO SASSO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₃₀₀ (m ³ /s)
e1	34.89	50.21	61.70
e4	34.96	50.30	61.83

LAGNO ROCCARAINOLA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₃₀₀ (m ³ /s)
b3	22.51	32.40	39.82

BACINO DEL GAUDO

LAGNO DEL GAUDO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
B1	27.90	40.14	49.33
C1	12.84	18.48	22.70
A2	31.01	44.60	54.80
A3	42.63	61.36	75.38
A4	42.67	61.41	75.47
A5	49.41	71.10	87.37
A6	50.03	72.00	88.00
A7	63.27	91.07	111.9
A8	86.25	124.12	152.52
A9	86.34	123.86	146.66
A10	86.50	124.12	148.56
A11	96.45	138.79	170.55
A12	96.68	139.51	170.73
A13	98.04	141.08	173.35
A14	98.23	141.35	173.69
A15	99.31	141.91	174.82
A16	103.11	148.38	182.34
A17	104.73	150.71	185.20

LAGNO DEL PONTE

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
d1	24.74	35.60	43.75

LAGNO DEL TRULO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
f1	7.23	10.43	12.80
f3	20.27	29.16	35.84

LAGNO FIGLIANINI

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
e2	25.72	37.00	45.48

LAGNO ACQUASERTA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
g3	5.92	8.51	10.46

LAGNO STARZA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
h ₁	11.93	17.16	21.10
z ₁	10.85	15.62	19.20

BACINO DI QUINDICI

LAGNO DI QUINDICI

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
c ₁	16.62	23.92	29.39
a ₁	21.95	31.58	38.81
c ₂	20.05	28.85	35.45
a ₃	24.55	35.52	43.40
a ₄	29.64	42.65	52.42
a ₆	37.28	53.64	65.92
a ₇	37.75	54.34	66.77
a ₈	43.02	61.90	76.07
A ₁₁	46.39	66.76	88.52
A ₁₂	55.89	80.43	103.74
A ₁₃	56.70	81.60	104.26
A ₁₄	66.00	94.99	116.72
A ₁₅	67.52	97.17	119.40
A ₁₉	89.05	128.13	157.45
A ₂₀	93.23	134.15	164.85
A ₂₁	166.44	239.53	294.33
A ₂₂	209.98	302.16	371.30
A ₂₃	225.60	324.63	398.92
A ₂₄	230.40	331.56	407.42

LAGNO DI CASAMARCIANO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
T1	30.72	44.20	54.31

LAGNO DI DOMICELLA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
P1	8.32	11.97	14.71
P2	9.76	14.04	17.26
p4	17.45	25.11	30.85

LAGNO DI MOSCHIANO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
b1	15.04	21.64	26.59
b2	22.70	32.66	40.14

LAGNO PAGO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
q1	5.92	8.51	10.46

LAGNO PRETURO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
e1	14.65	21.09	25.91
e2	16.61	23.90	29.36

LAGNO PIGNANO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
g1	11.63	16.73	20.56

LAGNO DI S.TERESA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q_{20} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{300} (m ³ /s)
s7	35.02	50.41	61.93
s9	40.99	59.00	67.86

LAGNO DI S.TERESELLA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
s6	26.89	38.70	47.55

LAGNO VOLO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
m1	9.5	13.76	15.22

BACINI VESUVIANI

LAGNO SOMMA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₃₀₀ (m ³ /s)
B2	13.28	19.11	23.48
C2	13.53	19.47	23.92
A1	22.95	33.03	40.58
A2	38.03	54.73	67.25
A3	46.29	66.61	81.85
A4	50.17	72.20	88.72
A5	50.64	72.86	89.54

LAGNO SPIRITO SANTO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₃₀₀ (m ³ /s)
A2ss	9.49	13.65	16.78
A3ss	16.57	23.84	29.29
A4ss	18.20	26.19	32.18
A5ss	20.92	30.10	36.94
A6ss	23.64	34.01	41.70
A7ss	27.94	40.21	49.41
V1ss	7.08	10.18	12.51
V3ss	1.82	2.62	3.22
V4ss	8.45	12.16	14.94
V6ss	8.94	12.86	15.81
V7ss	6.81	9.79	12.04

LAGNO CASALICIELLO

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
A1pt	3.46	4.98	6.12
V9pt	7.11	10.24	12.58

LAGNO TROCCHIA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
A2pt	19.94	28.69	35.25
V10pt	6.33	9.11	11.19
V11pt	4.37	6.28	7.72

LAGNO POLLENA

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
A3pt	13.02	18.74	23.03

BACINO CAMALDOLI-QUARTO

LAGNO CAMALDOLI

Sezioni dei tronchi idrologicamente omogenei

Sezione	Q₂₀ (m ³ /s)	Q₁₀₀ (m ³ /s)	Q₃₀₀ (m ³ /s)
A1	9.83	14.15	17.38
A2	6.72	9.67	11.88
A3	7.48	10.76	13.24
A4	67.01	96.23	118.49
A5	78.31	112.68	138.47
A6	13.45	19.35	23.78
A7	11.34	16.31	20.05
A8	3.48	5.01	6.16
A9	6.74	9.70	11.92
A10	4.40	6.34	7.79
A11	54.41	78.03	96.22
A12	91.78	132.27	162.53

APPENDICE 2 - studio di dettaglio del Lago Spirito Santo e suoi affluenti
(PAI 2010)

1 IL SISTEMA IDROGRAFICO DEL LAGNO SPIRITO SANTO

Il Lago Spirito Santo, appartiene al sistema idrografico degli Alvei Vesuviani.

Il reticolo idrografico si origina dal monte Somma nei territori comunali di Sant'Anastasia e Somma Vesuviana.

Il lago Spirito Santo nasce dalla cresta del monte Somma nel territorio di Somma Vesuviana e all'origine presenta una vasta ramificazione di incisioni secondarie che poi confluiscono in unico lago a partire dalla quota di circa 180 m s.l.m.m.

Da qui scende verso valle seguendo le pendici del monte Somma superando l'agglomerato urbano di Somma Vesuviana. Giunto in prossimità di "Masseria Saracari" il suo percorso devia verso Ovest per circa 2600 metri per poi deviare nuovamente verso Nord in prossimità della località Ponte di Ferro e giungere infine al suo termine nella vasca di laminazione in località "Guadagni".

Lungo il suo tracciato, il Lago Spirito Santo riceve i tributi di numerosi alvei tutti incidenti il monte Somma e che si sviluppano prevalentemente da Sud verso Nord lungo il versante del monte stesso.

Il suo sistema di tributari è costituito dalle seguenti aste:

- Lago Amendolare;
- Lago Pomentella;
- Lago Sorbo e Cupa dell'Olivella;
- Lago Sant'Elmo;
- Lago Spirito Santo Sinistro;

tutte oggetto di rilievo e studio topografico di dettaglio e di studio idraulico.

Partendo da monte e scendendo verso valle il primo tributario del lago Spirito Santo è il lago Amendolare, rilevato per una lunghezza di poco inferiore ai 900 metri, che si immette in prossimità di via Pomintella (Sezione dei rilievi n.18 dello Spirito Santo).

Più a valle tra "Masseria Mele" e "Masseria Fucile" (Sezione dei rilievi n.90 dello Spirito Santo) troviamo l'immissione del lago Pomentella.

Poco a valle del Pomentella si trova l'immissione del lago Sorbo il quale a sua volta riceve, prima di immettersi nello Spirito Santo, il contributo del suo affluente Cupa dell'Olivella.

Dopo circa 170 metri dalla ultima immissione, procedendo verso valle, si rileva l'immissione del lago Sant'Elmo (Sezione dei rilievi n.107 dello Spirito Santo) e infine in prossimità di "Ponte di Ferro" si immette il lago Spirito Santo Sinistro (Sezione dei rilievi n.122 dello Spirito Santo).

Il paesaggio dell'area in oggetto è vario e caratterizzato da settori montani, con ripidi versanti in gran parte coperti da vegetazione suddivisi da impluvi con andamento rettilineo, dai quali si passa alle fasce pedemontane con minor pendenza, in cui domina un paesaggio agricolo con colture prevalenti di ortaggi e alberi da frutta, ecc, ed, infine al paesaggio urbano caratterizzato da una elevata urbanizzazione che interferisce anche con l'andamento naturale del reticolo idrografico.

Infine va rilevato che per molti tratti indagati i laghi si presentano come alvei strada, configurandosi spesso come unica via di accesso a proprietà private e abitazioni.

1.1 Lago Spirito Santo

Il lago Spirito Santo è stato rilevato per una lunghezza totale di 6.200 m. a partire dal monte Somma fino alla vasca "Guadagni".

Nella parte iniziale il lago Spirito Santo assume le caratteristiche di alveo strada, caratterizzato da continui accessi a proprietà private e interruzione nei muri di sponda, per una lunghezza di circa 2.500 metri e cioè dalla sezione n.1 dei rilievi fino alla sezione n.74.

Da qui in poi prosegue verso valle ben incassato tra due muri di sponda, realizzati in pietra vulcanica, prevalentemente tra terreni coltivati sia in destra che in sinistra idraulica.

Lungo il suo percorso il lago Spirito Santo si interseca con importanti vie di comunicazione tra cui la SS n.267, la Nola-Villa Literno e la Circumvesuviana.

In particolare mentre le intersezioni con la Nola-Villa Literno e la Circumvesuviana avvengono in sottopasso, l'intersezione con la SS n. 267 avviene con un sovrappasso che rappresenta una criticità puntuale in quanto i margini destro e sinistro risultano insufficienti al convogliamento della portata attesa con un periodo di ritorno $T=100$ anni e $T=300$ anni.

Lungo tutto il suo percorso si incontrano numerosi salti di fondo prevalentemente realizzati con pietre vulcaniche o con cordolo in cemento; in totale se ne contano 31.

Dal punto di vista morfologico, è possibile suddividere l'asta del lago Spirito Santo in due tratti:

- un primo tratto pedemontano, che si estende da circa 600 m. a monte della intersezione con la Circumvesuviana fino all'intersezione con la strada statale n.267. Tale tratto si configura come alveo strada caratterizzato da numerosi accessi a proprietà private che rappresentano discontinuità nelle sponde dell'alveo con conseguente determinazione di criticità puntuali;

- un secondo tratto, caratterizzato da pendenze più modeste, lungo il quale avvengono le immissioni dei tributari fino a giungere alla sezione terminale rappresentata dalla vasca in località “Guadagni”.

Lo Spirito Santo è caratterizzato da una sezione, costituita per la maggior parte dell'intero suo percorso, da muri di sponda in pietrame e fondo in terra fatta eccezione per i tratti in cui è completamente asfaltato e parti in cui il fondo è pavimentato con lastre di basalto.

Nella parte non accessibile per lunghi tratti il canale è ricoperto da folta vegetazione.

1.2 Lagno Amendolare

Procedendo verso valle il primo tributario dello Spirito Santo è rappresentato dal lagno Amendolare.

Questo lagno nasce in una zona pedemontana ad una quota di circa 250 m.s.m.m.

Il tracciato rilevato si estende per circa 850 m e si svolge tra i limiti comunali di Somma Vesuviana e Sant'Anastasia.

Lungo il suo percorso interseca nella sua parte terminale via circumvallazione poco prima di immettersi nello Spirito Santo in prossimità di via Pomintella.

Entrambe le intersezione avvengono in sottopasso.

Il lagno Amendolare è caratterizzato dal presentarsi per tutta la lunghezza indagata come alveo strada caratterizzato da numerosi accessi a proprietà private.

1.3 Lagno Pomentella

Scendendo verso valle il primo tributario dello Spirito Santo è rappresentato dal lagno Pomentella.

Questo lagno nasce in una zona fortemente antropizzata come canale a cielo aperto in terra per poi trasformarsi dopo circa 600 m. in un canale tombato per una lunghezza di circa 200 m e ripresentarsi in prossimità dell'ippodromo, sezione n.17 dei rilievi del lagno Pomentella, come canale a cielo aperto per altri 600 metri circa; successivamente diviene di nuovo canale tombato dai pressi di via Marciana fino all'immissione nello Spirito Santo.

Il tracciato oggetto di rilievi topografici si estende per circa 1.600 m e si sviluppa tra i limiti comunali di Somma Vesuviana e Sant'Anastasia.

Lungo il suo percorso interseca la Circumvesuviana nella parte iniziale e nella sua parte terminale interseca invece la SS n.267.

Entrambe le intersezioni avvengono in sottopasso. Lungo il percorso oltre ai due sottopassi sopradetti è presente anche un altro sottopasso in corrispondenza dell'intersezione con la strada che conduce al cimitero di Somma Vesuviana.

Il lagno Pomentella non presenta mai caratteristiche di alveo strada anche se nella parte iniziale, il suo percorso naturale risente notevolmente di fattori antropologici.

1.4 Lagno Sorbo

Procedendo verso valle, in corrispondenza della sezione dei rilievi n.103 dello Spirito Santo avviene l'immissione del lagno Sorbo.

Questo lagno è stato rilevato per un'alunghezza totale di circa 2.800 m a partire da quota 200 m s.l.m.m.circa, fino appunto all'immissione nello Spirito Santo.

Prima di immettersi nel suo recapito questo lagno riceve a sua volta l'apporto del lagno Cupa dell'Olivella in corrispondenza della sezione n.56 dei rilievi del Sorbo.

Dal punto di vista morfologico, è possibile suddividere l'asta del lagno Sorbo in due tratti:

un primo tratto pedemontano, che si estende dalla partenza per circa 700 m. verso valle caratterizzato come alveo strada lungo il quale si rilevano numerosi accessi a proprietà private che rappresentano discontinuità nelle sponde dell'alveo con conseguente determinazione di criticità puntuali;

un secondo tratto in cui il lagno diventa non più carrabile ed è delimitato da due muri di sponda e attraversa per lo più terreni coltivati rispetto ai quali è sottoposto.

Lungo il suo percorso interseca la Circumvesuviana nella parte iniziale e nella sua parte terminale interseca invece la SS n.267.

Lungo tutto il tragitto del lagno si rilevano numerosi ponti e salti di fondo.

Per quanto riguarda i ponti per lo più sono attraversamenti di strade secondarie e sono realizzati con soletta in c.a a campata unica mentre i salti di fondo sono realizzati con pietre vulcaniche o con cordolo in cemento e hanno sempre altezze modeste e comunque mai superiori a 1 m. In definitiva il numero dei ponti è pari a otto mentre quelle dei salti di fondo è pari a otto.

1.5 Lagno Cupa dell'Olivella

Il lagno Cupa dell'Olivella nasce dal monte Somma da una quota di circa 260 m s.l.m.m. costeggia l'agglomerato urbano di Sant'Anastasia sul lato Est per poi attraversare

una serie di terreni coltivati fino all'immissione nel Sorbo che avviene a monte della SS n.267.

Il suo percorso si svolge tutto nel territorio comunale di Sant'Anastasia.

Il relativo tracciato è stato rilevato per complessivi 1.600 m circa lungo cui vi sono due tratti tombati:

- il primo avente una lunghezza di 530 m circa, che si estende dall'incrocio con via Somma fino a all'incrocio con via Circumvallazione;
- il secondo, di circa 180 m, che si svolge tutto in campagna tra le sezioni n. 26 e n. 31 dei rilievi

Nella parte iniziale del suo percorso, per circa 320 m si presenta come alveo strada, caratterizzato come sempre da numerosi accessi a proprietà private.

Da poco prima dell'intersezione con la Circumvesuviana fino alla sezione n. 21 dei rilievi, il lagno Cupa dell'Olivella funge anche da collettore fognario, salvo poi derivare la portata nera tramite un derivatore di fondo, poco prima della sezione n. 21 dei rilievi.

Il canale si presenta morfologicamente, fatta eccezione per le parti tombate, prevalentemente come un canale in terra, con muri di sponda talvolta in terra e altre volte in pietra.

Lungo tutto il percorso di Cupa dell'Olivella sono stati rilevati complessivamente nove salti di fondo.

1.6 Lagno Sant'Elmo

L'origine del lagno Sant'Elmo è stata individuata subito a valle dell'agglomerato urbano di Sant'Anastasia in posizione centrale rispetto ad esso.

Il suo percorso si svolge tutto nel territorio comunale di Sant'Anastasia.

Il suo tracciato è stato rilevato per complessivi 1.300 m circa ed è caratterizzato da un percorso che si sviluppa prevalentemente in campagna.

Il canale si presente morfologicamente per lo più come un canale in terra con muri di sponda a volte in terra e a volte in pietra e il fondo a volte si presenta pavimentato con basalto.

Lungo tutto il percorso di del Sant'Elmo sono stati rilevati complessivamente cinque salti di fondo e due ponti stradali.

In nessun tratto si rilevano parti di alveo strada.

1.7 Lago Spirito Santo sinistro

Lo Spirito Santo sinistro rappresenta l'ultimo tributario del lago Spirito Santo e il suo nome deriva dal fatto che rappresenta fisicamente la delimitazione sinistra del bacino del lago suddetto.

Questo lago è stato rilevato per una lunghezza totale di circa 2.800 m a partire da quota 160 m s.l.m.m. circa, in prossimità della parte sommitale del nucleo urbano principale di Sant'Anastasia.

Dal punto di vista morfologico, è possibile suddividere l'asta del lago Spirito Santo sinistro in due tratti:

un primo tratto urbano, che si estende dalla parte sommitale di Sant'Anastasia per circa 700 m verso valle. In questo tratto la sede originaria del lago è stata completamente sostituita da strade e palazzi per cui l'intervento dell'uomo ne ha modificato sostanzialmente il percorso. Sotto la strada, che si sovrappone a quello che era il percorso originario del lago, è stata rilevata una tubazione del diametro di 600 mm assolutamente insufficiente a convogliare le portate attese.

un secondo tratto in cui il lago diventa non più carrabile ed è delimitato da due muri di sponda e attraversa per lo più terreni coltivati rispetto ai quali è sottoposto.

È da rilevare che il percorso del suddetto $\Phi 600$ si perde in corrispondenza dell'incrocio con via A. D'auria. Infatti procedendo verso valle, laddove dovrebbe rilevarsi il suo sbocco, e cioè in corrispondenza del ponte della Circumvesuviana, è stato rilevato invece uno speco di notevoli dimensioni circa 2 x 2,5 m. Il rilievo di tale speco non è stato effettuato in quanto si necessitava di specifiche apparecchiature. Si è tentato, tramite gli enti gestori della rete di smaltimento delle acque, di acquisire ulteriori informazioni ma tutte le ricerche non hanno chiarito l'origine e la funzione di tale manufatto.

Lungo il suo percorso interseca la Circumvesuviana nella parte iniziale mentre più a valle interseca invece la SS n. 267.

Lungo tutto il tragitto del lago si rilevano numerosi ponti e salti di fondo.

Per quanto riguarda i ponti per lo più sono attraversamenti di strade secondarie e sono realizzati con soletta in c.a a campata unica mentre i salti di fondo sono realizzati con pietre vulcaniche o con cordolo in cemento e hanno sempre altezze modeste e comunque mai superiori a 1 m. In definitiva il numero dei ponti è pari a sei mentre quelle dei salti di fondo è pari a cinque.

2 ASPETTI IDROLOGICI

Lo studio riportato nel seguito è stato eseguito sull'asta principale del Lagno Spirito Santo e sulle aste principali dei laghi ad esso tributari, ai fini dell'aggiornamento PAI del 2010.

In particolare, per ognuno dei laghi, le valutazioni hanno interessato i seguenti sviluppi planimetrici:

Spirito Santo	per circa	6.200	m;
Amendolare	per circa	850	m;
Pomentella	per circa	1.584	m;
Sorbo	per circa	2.759	m;
Cupa dell'Olivella	per circa	1.580	m;
Sant'Elmo	per circa	1.259	m;
Spirito Santo Sinistro	per circa	2.782	m.

Tutti i predetti laghi trovano recapito direttamente nello Spirito Santo, ad esclusione della Cupa dell'Olivella che si immette nel Lagno Sorbo.

Lo studio idrologico, finalizzato alla valutazione delle portate attese nei laghi per i diversi periodi di ritorno, è stato effettuato adottando per ognuno di essi diverse sezioni di chiusura ritenute significative ai fini dello studio. In ogni caso, per tutti i tributari dello Spirito Santo, l'ultima sezione è sempre ubicata in corrispondenza dell'immissione nel Lagno Spirito Santo (per il Cupa dell'Olivella l'ultima sezione coincide con la sua immissione nel Lagno Sorbo).

La costruzione del modello idraulico è stata effettuata utilizzando i rilievi topografici trasmessi dalla ditta "Tecnorilievi s.r.l." nel Febbraio 2009, nell'ambito delle attività pianificate e programmate dal C.I.R.I.A.M..

Per quanto riguarda la valutazione delle portate massime al colmo di piena che possono verificarsi nei tronchi del sistema idrografico tributario del Lagno Spirito Santo, nell'ambito del presente studio si è fatto riferimento alla stessa metodologia utilizzata in sede di redazione PAI (metodo della corrivazione per bacini con $S < 15 \text{ km}^2$).

Si è pertanto proceduto, nell'ordine, ad eseguire le seguenti fasi:

individuazione delle sezioni di chiusura ritenute opportune ai fini della valutazione idrologica per ognuno dei laghi e precisamente:

Spirito Santo, 11 sezioni di chiusura (da SS.A a SS.M), ubicate nei seguenti punti del tracciato:

- SS.A: in corrispondenza dell'immissione del lago Amendolare;

- SS.B: immediatamente a valle dell'immissione del lago Amendolare;
- SS.C: in corrispondenza dell'immissione del lago Pomentella (coincidente con la sezione V01SS del PAI 2002);
- SS.D: immediatamente a valle dell'immissione del lago Pomentella (coincidente con la sezione A02SS del PAI 2002);
- SS.E: in corrispondenza dell'immissione del lago Sorbo;
- SS.F: immediatamente a valle dell'immissione del lago Sorbo (coincidente con la sezione A03SS del PAI 2002);
- SS.G: in corrispondenza dell'immissione del lago Sant'Elmo;
- SS.H: immediatamente a valle dell'immissione del lago Sant'Elmo;
- SS.I: in corrispondenza dell'immissione del lago Spirito Santo Sinistro (coincidente con la sezione A04SS del PAI 2002);
- SS.L: immediatamente a valle dell'immissione del lago Spirito Santo Sinistro (coincidente con la sezione A05SS del PAI 2002);
- SS.L: in corrispondenza dell'immissione nella vasca "Guadagni" (coincidente con la sezione A06SS del PAI 2002);
- Amendolare, una sezione di chiusura (AM.A) in corrispondenza dell'immissione nel Lago Spirito Santo;
- Pomentella, una sezione di chiusura (PO.A) in corrispondenza dell'immissione nel Lago Spirito Santo;
- Sorbo, tre sezioni di chiusura (SO.A, a monte dell'abitato di Sant'Anastasia - SO.B a monte dell'immissione della Cupa dell'Olivella - SO.C in corrispondenza dell'immissione nel Lago Spirito Santo);
- Cupa dell'Olivella, tre sezioni di chiusura (OL.A, a monte dell'abitato di Sant'Anastasia - OL.B a monte dell'intersezione con la Circumvesuviana - OL.C in corrispondenza dell'immissione nel Lago Sorbo);
- Sant'Elmo, una sezione di chiusura (SE.A) in corrispondenza dell'immissione nel Lago Spirito Santo;
- Spirito Santo Sinistro, una sezione di chiusura (SSS.A) in corrispondenza dell'immissione nel Lago Spirito Santo.

delimitazione dei bacini idrografici sottesi da ognuna delle predette sezioni di chiusura:

sulla scorta del supporto cartografico disponibile e dei sopralluoghi eseguiti sono stati delimitati i bacini sottesi da tutte le sezioni di chiusura precedentemente descritte;

valutazione delle caratteristiche morfologiche per ognuno dei bacini considerati:

sono state restituite le curve ipsografiche per ognuno dei bacini idrografici oggetto di studio, riportate in coda alla presente relazione;

stima delle portate massime al colmo di piena attese nelle sezioni di chiusura per periodi di ritorno $T=20, 100$ e 300 anni:

è stata eseguita la valutazione del tempo di corrivazione mediante la formula di Giandotti, e quindi valutate le massime portate al colmo di piena in tutte le sezioni idrologiche precedentemente definite.

Nel successivi prospetti da 1 a 7 si riportano, per tutte le sezioni di chiusura oggetto di studio, le caratteristiche morfologiche individuate per il Lago Spirito Santo e per i suoi laghi tributari.

Per i sottobacini del Lago Spirito Santo oggetto di studio idrologico nel PAI 2002(nel presente studio sottesi dalle sezioni idrologiche: SS.C, SS.D, SS.F, SS.I, SS.L, SS.M), sono stati adottati valori prossimi ai coefficienti di afflusso contenuti nel predetto PAI; per i restanti sottobacini del Lago Spirito Santo e per i sottobacini del sistema ad esso tributario, sono stati stimati coefficienti di afflusso prendendo a riferimento quelli riportati nel PAI 2002 per bacini aventi caratteristiche idrologicamente simili.

Sezione idrologica	Sezione corrispondente dei rilievi	Area sottesa	Lunghezza asta principale	Quota	Pendenza media	Altitudine media	Coeff. di afflusso Cf
		[ha]	[km]	[m s.m.m]	[m/m]	[m s.m.m]	(num)
SS.A	18	148.87	4.08	150	0.230	346.86	0.30
SS.B	18	295.32	4.08	150	0.230	387.02	0.30
SS.C	90	407.61	6.19	92	0.159	317.78	0.40
SS.D	90	506.54	6.19	92	0.159	272.81	0.40
SS.E	103	516.08	6.59	83	0.151	269.41	0.40
SS.F	103	784.61	6.59	83	0.151	298.64	0.40
SS.G	107	789.69	6.79	79	0.147	297.20	0.40
SS.H	107	822.63	6.79	79	0.147	296.89	0.40
SS.I	122	946.18	8.00	57	0.127	267.88	0.40
SS.L	122	1185.86	8.00	57	0.127	242.51	0.40
SS.M	137	1226.70	€9.44	38	0.109	235.34	0.40

Prospetto 1: Caratteristiche morfologiche dei sottobacini del Lago Spirito Santo.

Sezione idrologica	Sezione corrispondente dei rilievi	Area sottesa	Lunghezza asta principale	Quota	Pendenza media	Altitudine media	Coeff. di afflusso Cf
		[ha]	[km]	[m s.m.m]	[m/m]	[m s.m.m]	(num)
AM.A	18	146.45	4.03	150	0.233	427.30	0.30

Prospetto 2: Caratteristiche morfologiche del bacino sotteso dal Lago Amendolare.

Sezione idrologica	Sezione corrispondente dei rilievi	Area sottesa	Lunghezza asta principale	Quota	Pendenza media	Altitudine media	Coeff. di afflusso Cf
		[ha]	[km]	[m s.m.m]	[m/m]	[m s.m.m]	(num)
PO.A	27	98.93	2.40	92	0.041	174.11	0.40

Prospetto 3: Caratteristiche morfologiche del bacino sotteso dal Lago Pomentella.

Sezione idrologica	Sezione corrispondente dei rilievi	Area sottesa	Lunghezza asta principale	Quota	Pendenza media	Altitudine media	Coeff. di afflusso Cf
		[ha]	[km]	[m s.m.m]	[m/m]	[m s.m.m]	(num)
SO.A	14	158.30	3.80	164	0.244	505.28	0.35
SO.B	56	193.13	5.42	97	0.182	439.54	0.40
SO.C	65	268.52	5.88	87	0.169	358.15	0.40

Prospetto 4: Caratteristiche morfologiche dei sottobacini del Lago Sorbo.

Sezione idrologica	Sezione corrispondente dei rilievi	Area sottesa	Lunghezza asta principale	Quota	Pendenza media	Altitudine media	Coeff. di afflusso Cf
		[ha]	[km]	[m s.m.m]	[m/m]	[m s.m.m]	(num)
OL.A	132m a monte della sez. 1	15.24	1.72	163	0.112	234.74	0.30
OL.B	8	27.39	2.13	140	0.101	225.49	0.35
OL.C	Picchetto 124	65.39	3.42	99	0.075	171.20	0.40

Prospetto 5: Caratteristiche morfologiche dei sottobacini del Lago Cupa dell'Olivella.

Sezione idrologica	Sezione corrispondente dei rilievi	Area sottesa	Lunghezza asta principale	Quota	Pendenza media	Altitudine media	Coeff. di afflusso Cf
		[ha]	[km]	[m s.m.m]	[m/m]	[m s.m.m]	(num)
SE.A	25	32.94	1.71	79	0.032	109.43	0.40

Prospetto 6: Caratteristiche morfologiche del bacino sotteso dal Lagno Sant'Elmo.

Per la valutazione delle portate si è utilizzato il modello concettuale del tipo afflussi deflussi. In particolare l'area oggetto di studio ricade nella zona pluviometrica omogenea "A1-litoranea" tra quelle individuate nel Piano Straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio più alto adottato dall'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania.

Nel successivi prospetti 8 e 9, si riportano le risultanze delle valutazioni idrologiche ottenute per ogni sottobacino imbrifero del Lagno Spirito Santo e dei laghi ad esso tributari oggetto di studio, e quindi le portate che saranno considerate nel seguito del presente studio.

In particolare nelle tabelle che seguono nella colonna "sezione" si trovano le sezioni di chiusura dei bacini, con "Tc" si indica il tempo di corrivazione e Q_t sono le portate per tempi di ritorno pari a 20, 100 e 300 anni espresse in m^3/s .

Sezione idrologica	Sezione corrispondente dei rilievi	Area sottesa	Lunghezza asta principale	Quota	Pendenza media	Altitudine media	Coeff. di afflusso Cf
		[ha]	[km]	[m s.m.m]	[m/m]	[m s.m.m]	(num)
SSS.A	31	239.68	3.70	57	0.048	134.70	0.40

Prospetto 7: Caratteristiche morfologiche del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo Sinistro.

Negli **elaborati grafici allegati** al presente studio è riportata la planimetria con l'ubicazione del tracciato del Lagno Spirito Santo e dei laghi ad esso tributari con riferimento al rilievo topografico eseguito dalla ditta "Tecnorilievi s.r.l.", nonché l'ubicazione delle sezioni idrologiche considerate nell'ambito del presente studio e la perimetrazione dei bacini imbriferi sottesi.

3 ASPETTI IDRAULICI

Dopo aver individuato le massime portate al colmo di piena per i diversi periodi di ritorno ($T=20$, 100 e 300 anni) nelle sezioni idrologiche di calcolo del sistema idrografico del

Lagno Spirito Santo, ai fini delle successive valutazioni idrauliche si è provveduto a determinare le caratteristiche della corrente nell'ipotesi di moto permanente.

Sezione	Tc	Q _{T=20}	Q _{T=100}	Q _{T=300}
	(h)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
SS.A	0.98	6.31	9.08	11.15
SS.B	1.06	12.19	17.54	21.56
SS.C	1.45	17.91	25.77	31.66
SS.D	1.71	19.95	28.71	35.28
SS.E	1.75	19.98	28.75	35.33
SS.F	1.80	29.54	42.51	52.24
SS.G	1.81	29.54	42.51	52.24
SS.H	1.83	30.54	43.95	54.00
SS.I	2.09	31.82	45.79	56.27
SS.L	2.36	36.33	52.27	64.23
SS.M	2.51	36.01	51.82	63.67

Prospetto 8: Portate idrologiche attese per il Lagno Spirito Santo.

Lagno	Sezione	Tc	QT=20	QT=100	QT=300
		(h)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Amendolare	AM.A	0.82	7.21	10.37	12.74
Pomentella	PO.A	1.07	5.46	7.86	9.66
Sorbo	SO.A	0.71	9.23	13.28	16.32
	SO.B	0.91	11.06	15.91	19.55
	SO.C	1.16	13.15	18.92	23.25
Cupa dell'Olivella	OL.A	0.61	0.83	1.20	1.47
	OL.B	0.72	1.58	2.27	2.80
	OL.C	1.23	3.00	4.32	5.31
Sant'Elmo	SE.A	1.11	1.58	2.28	2.80
Spirito Santo Sinistro	SSS.A	1.66	8.86	12.75	15.67

Prospetto 9: Portate idrologiche attese per i laghi tributari del Lagno Spirito Santo.

La simulazione della propagazione dei deflussi di piena è stata articolata in due fasi:

- definizione della geometria del corso d'acqua;
- applicazione del modello idraulico HEC-RAS, con riferimento alle portate poste a base dei calcoli.

3.1 Definizione della geometria del corso d'acqua

La geometria dei laghi è stata individuata attraverso l'utilizzo dei rilievi trasmessi dalla ditta "Tecnorilievi S.r.L." nel Febbraio del 2009.

Il modello geometrico ha interessato uno sviluppo planimetrico complessivo di oltre 17 km; per ognuno dei laghi le informazioni essenziali sono riportate di seguito.

E' qui necessario ricordare che la numerazione utilizzata dal codice di calcolo HEC-RAS procede da valle verso monte e quindi nel verso contrario a quello delle sezioni dei rilievi.

Ancora bisogna precisare che una volta costruito il modello geometrico attraverso le informazioni desunte dai rilievi, al fine di ottenere una maggiore precisione nelle simulazioni svolte, si è previsto di interpolare le sezioni di rilievo con passo mai superiore a 5 m.

Spirito Santo: la sezione iniziale è ubicata circa 414 m a monte dell'intersezione con via Circonvallazione nel territorio comunale di Somma Vesuviana (sezione 1 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 194 come da numerazione HEC-RAS) fino all'immissione nella vasca in località "Guadagni" (sezione 141 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 1 come da numerazione HEC-RAS) per complessive 200 sezioni trasversali (comprese quelle ubicate a monte ed a valle dei salti dislocati lungo il tracciato dello Spirito Santo).

Amendolare: la sezione iniziale è ubicata circa 850 m a monte dell'immissione nel Lago Spirito Santo (sezione 1 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 19 come da numerazione HEC-RAS) fino alla confluenza nel Lago Spirito Santo (sezione 18 del Lago Spirito Santo con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 1 come da numerazione HEC-RAS) per complessive 32 sezioni trasversali.

Pomentella: la sezione iniziale è ubicata in corrispondenza della via Somma (sezione 1 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 30 come da numerazione HEC-RAS) fino all'immissione nel Lago Spirito Santo (picchetto 79 del Lago

Spirito Santo con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 1 come da numerazione HEC-RAS) per complessive 31 sezioni trasversali.

Sorbo: la sezione iniziale è ubicata circa 1051 m a monte dell'intersezione con la via Somma (sezione 1 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 119 come da numerazione HEC-RAS) fino all'immissione nel Lagno Spirito Santo (sezione 65 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 1 come da numerazione HEC-RAS) per complessive 119 sezioni trasversali.

Cupa dell'Olivella: la sezione iniziale è ubicata circa 379 m a monte dell'intersezione con la via Somma (sezione 1 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 61 come da numerazione HEC-RAS) fino all'immissione nel Lagno Sorbo (picchetto 128 con riferimento al rilievo topografico – coincidente con la sezione 56 del Lagno Sorbo del rilievo topografico - e corrispondente alla sezione n° 1 come da numerazione HEC-RAS) per complessive 53 sezioni trasversali.

Sant'Elmo: la sezione iniziale è ubicata circa 700 m a monte del sottopasso della Strada Statale n. 268 l'intersezione con la via Somma (sezione 1 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 34 come da numerazione HEC-RAS) fino all'immissione nel Lagno Spirito Santo (sezione 25 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 1 come da numerazione HEC-RAS) per complessive 34 sezioni trasversali.

Spirito Santo Sinistro: la sezione iniziale è ubicata in corrispondenza della via Casamiranda nel Comune di Sant'Anastasia (sezione 1 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 54 come da numerazione HEC-RAS) fino all'immissione nel Lagno Spirito Santo (picchetto 87 con riferimento al rilievo topografico e corrispondente alla sezione n° 3 come da numerazione HEC-RAS) per complessive 49 sezioni trasversali.

Dopo aver costruito i modelli geometrici, prima di eseguire la restituzione dei profili di rigurgito, al fine di ottenere una maggiore precisione nelle simulazioni svolte, si sono interpolate le sezioni trasversali di rilievo o comunque due sezioni consecutive con passo mai superiore a 5 m e comunque compatibile in ogni caso con la accuratezza dei risultati forniti dal modello numerico.

3.2 Il modello idraulico

La modellazione idraulica dei fenomeni di propagazione delle piene in alveo è stata effettuata con riferimento ad uno schema di moto permanente monodimensionale.

I calcoli sono stati eseguiti attraverso l'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS.

Per l'implementazione del codice di calcolo è stato necessario introdurre i dati geometrici che includono sia quelli topografici (coordinate planimetriche, quote altimetriche e sezioni) che le caratteristiche fisiche (scabrezza) e i valori delle portate.

Per la valutazione della scabrezza nella formula di resistenza si sono utilizzati i seguenti coefficienti di Gauckler -Strickler:

$K=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per i tronchi d'alveo in terra (corrispondente al coefficiente di Manning pari a $0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$);
$K=40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per i tronchi d'alveo in pietrame (corrispondente al coefficiente di Manning pari a $0.025 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$);
$K=50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per i tronchi d'alveo sistemati in calcestruzzo e per fondo in asfalto (corrispondente al coefficiente di Manning pari a $0.02 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$).

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, per il Lagno Spirito Santo, poiché il tracciato termina nella vasca in località “Guadagni”, che presenta uno sbocco di cui non è nota la scala di deflusso, a vantaggio di sicurezza si è ipotizzato che le quote delle sponde della vasca coincidessero con le quote dei livelli idrici attesi per ognuno dei periodi di ritorno ($T=20, 100$ e 300 anni), e precisamente pari a 38 m s.l.m.m..

Come condizione al contorno di monte, invece, poiché i valori della pendenza longitudinale sono elevati e la corrente si presenta sempre veloce, è stata fornita la pendenza del tratto del canale a monte che approssima la pendenza della linea dei carichi totali in tale tratto, risultata essere pari a $i_{\text{monte}}=4,2\%$.

Per quanto riguarda i laghi tributari dello Spirito Santo, come condizione al contorno di valle è stata fornita la quota del tirante idrico atteso, per ognuno dei periodi di ritorno, in corrispondenza della sezione di immissione nel Lagno Spirito Santo (ed in quella di immissione nel Lagno Sorbo per la Cupa dell'Olivella); tali quote sono state dedotte dalla restituzione del profilo di rigurgito del Lagno Spirito Santo, e sono risultate essere pari a:

Amendolare:

$T=20$ anni: $H= 150,90$ m s.l.m.m.;

$T=100$ anni: $H= 151,07$ m s.l.m.m.;

$T=300$ anni: $H= 151,19$ m s.l.m.m.;

Pomentella:

$T=20$ anni: $H= 92,87$ m s.l.m.m.;

$T=100$ anni: $H= 93,45$ m s.l.m.m.;

$T=300$ anni: $H= 93,84$ m s.l.m.m.;

Sorbo:

$T=20$ anni: $H= 84,14$ m s.l.m.m.;

$T=100$ anni: $H= 84,55$ m s.l.m.m.;

$T=300$ anni: $H= 85,85$ m s.l.m.m.;

Cupa dell'Olivella (tributario del Lagno Sorbo):

$T=20$ anni: $H= 96,56$ m s.l.m.m.;

$T=100$ anni: $H= 96,63$ m s.l.m.m.;

$T=300$ anni: $H= 96,69$ m s.l.m.m.;

Sant'Elmo:

T=20 anni: H= 80,96 m s.l.m.m.;

T=100 anni: H= 81,93 m s.l.m.m.;

T=300 anni: H= 82,09 m s.l.m.m.;

Spirito Santo Sinistro:

T=20 anni: H= 58,20 m s.l.m.m.;

T=100 anni: H= 58,72 m s.l.m.m.;

T=300 anni: H= 60,08 m s.l.m.m..

Come condizione al contorno di monte, attesi gli elevati valori della pendenza longitudinale dell'alveo e la conseguente corrente veloce, per ognuno dei laghi tributari del Lago Spirito Santo, è stata fornita la pendenza del tratto del canale a monte che approssima la pendenza della linea dei carichi totali in tale tratto, risultata essere pari a:

Amendolare: $i_{\text{monte}} = 5,0 \%$.

Pomentella: $i_{\text{monte}} = 4,5 \%$.

Sorbo: $i_{\text{monte}} = 5,0 \%$.

Cupa dell'Olivella (tributario del Lago Sorbo): $i_{\text{monte}} = 5,0 \%$.

Sant'Elmo: $i_{\text{monte}} = 3,6 \%$.

Spirito Santo Sinistro: $i_{\text{monte}} = 2,5 \%$.

Per la schematizzazione idraulica delle particolarità geometriche esistenti lungo il tracciato dei laghi, nel corso della modellazione si è tenuto conto dei seguenti accorgimenti:

In corrispondenza dei salti di fondo puntuali, sono state inserite due o più sezioni (*cross section*) intermedie opportunamente distanziate e con quote opportunamente sfalsate con l'accortezza di stimare che la perdita di carico che si verifica in corrispondenza dei salti sia approssimativamente pari al 65% dell'altezza dei salti stessi, come da studi similare eseguiti.

Per la simulazione dei tratti tombati è stata utilizzata la funzione "Culvert" presente in HEC-RAS, per i cui dettagli si rimanda al manuale.

Per la modellazione dei ponti e della passerelle è stata utilizzata la funzione "Bridge" presente in HEC-RAS, per i cui dettagli si rimanda al manuale.

4 CRITERI DI VALUAZIONE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Per la valutazione delle aree allagabili, a modelli teorici, la cui complessità operativa spesso ne pregiudica l'utilizzo, sono stati preferiti alcuni schemi concettuali approssimati, semplici nell'applicazione e fisicamente basati su oggettive considerazioni di carattere idraulico.

La particolare morfologia delle zone su cui si sviluppano i laghi, fortemente urbanizzata, ha indotto ad individuare, oltre alle aree allagabili, punti, tratti ed aree a particolare criticità, sui cui ci si sofferma di seguito.

4.1 Delimitazione delle aree allagabili

I tronchi in cui si verifica l'esondazione sono dislocati in maniera discontinua lungo il tracciato planimetrico dei laghi. In particolare, lungo tutto il tracciato dei laghi Amendolare e Sant'Elmo oggetto del presente studio, sebbene classificabili come alvei strada, non si verificano insufficienze al convogliamento delle portate attese per ognuno dei periodi di ritorno considerati ($T=20$, 100 e 300 anni).

Per i tratti dei seguenti laghi:

- Spirito Santo,
- Pomentella,
- Sorbo,
- Cupa dell'Olivella,
- Sant'Elmo,
- Spirito Santo Sinistro,

in cui avviene l'esondazione delle zone circostanti, la valutazione delle aree allagabili è stata basata sull'utilizzo dello schema concettuale approssimato dell'Invaso Statico.

In particolare, sono state individuate le sezioni trasversali in cui avviene l'esondazione ed il lato in cui i terreni circostanti vengono inondati (che presentano, pertanto, un valore del tirante idrico maggiore alla quota degli argini destro e sinistro dell'alveo).

Successivamente, considerando le sezioni trasversali interpolate tra le sezioni originarie di riferimento, sono stati individuati i vari tratti in cui è previsto l'allagamento.

Dalla restituzione del profilo di rigurgito e delle tabelle di output del codice di calcolo HEC-RAS (allegati al presente studio), in ogni sezione in cui è prevista l'esondazione dell'alveo è stato individuato il valore dell'altitudine della superficie idrica (in m s.l.m.m.) in corrispondenza del convogliamento delle portate attese per ognuno dei periodi di ritorno considerati ($T=20$, 100 e 300 anni).

Il limite destro e/o sinistro delle aree soggette ad allagamento si è ottenuto dall'intersezione, in ogni sezione trasversale in cui è prevista l'esondazione dell'alveo, del piano orizzontale, avente quota pari all'altitudine della superficie idrica, valutata nella sezione di interesse con la rappresentazione cartografica restituita dalla ditta Tecnorilievi s.r.l..

Nel caso però che nella sezione in cui è prevista l'esondazione, l'intersezione del piano orizzontale avente quota pari a quella della superficie idrica con la rappresentazione cartografica disponibile in scala 1:5.000 si verificasse a distanze troppo elevate dall'asta del canale, onde evitare la perimetrazione di aree di notevolissime dimensioni non compatibili con i volumi stimati di esondazione, si sono eseguiti sopralluoghi e si è analizzata in dettaglio la morfologia dell'area. Da questa analisi si è evidenziato quasi sempre la presenza di infrastrutture viarie e l'esistenza di muretti di confine delle proprietà private che finiscono per costituire limiti e sbarramenti ai volumi esondati.

La restituzione a curve di livello della cartografia disponibile ha consentito di delimitare aree inondabili per differenti pericolosità, in conformità ai dettami riportati nel PAI 2002, ovvero definizione della pericolosità su base matriciale correlata all'altezza del tirante idrico in funzione del periodo di ritorno considerato.

4.2 Tratti di alveo-strada

Come riportato nei precedenti paragrafi, a seguito dei numerosi sopralluoghi e rilievi eseguiti nei laghi oggetto di studio e nelle aree circostanti, sono emersi numerosi tratti in cui i canali assolvono anche alla funzione di strada carrabile e di accesso alle proprietà private ad essi confinanti (vedi foto).

Tale condizione è stata rilevata per oltre 4,8 km e per i seguenti laghi:

- Spirito Santo: 2.524 m;
- Amendolare: 849 m;
- Sorbo: 757 m;
- Spirito Santo Sinistro: 688m.



(tratto di alveo strada con deposito di rifiuti solidi ingombranti)



(tratto di alveo strada)

Oltre a tali tratti, dalla cartografia disponibile in scala 1:5.000, sono stati individuati, in alcune zone montane, ulteriori tratti di strade classificabili come “alveo-strada”, e precisamente:

Amendolare: 777 m;

Sorbo: 890 m;

Cupa dell'Olivella: 319 m.

4.3 Criticità locali

Lungo il tracciato dei lagni, le risultanze dello studio idraulico hanno evidenziato l'esistenza di alcuni punti in cui si verificano criticità idrauliche.

In particolare le predette criticità idrauliche sono ubicate in corrispondenza dei seguenti punti:

- accessi a proprietà private e intersezioni con strade locali nei tratti in cui i lagni sono classificati come “alveo-strada”;
- inizio e termine di tratti tombati insufficienti;
- attraversamenti e sottopassi aventi sezione utile insufficienti al libero convogliamento della piena attesa per un periodo di ritorno compreso tra 20 e 300 anni.



(ingresso a proprietà privata attraverso tratto di alveo strada)



(parcheggio e ingresso a proprietà privata attraverso tratto di alveo strada)



(sezione notevolmente ridotta per effetto di accumulo di rifiuti solidi)

4.4 Alterazione antropica del reticolo idrografico

A seguito delle attività di indagine e studio eseguite, oltre alle aree a pericolosità idraulica canonica, sono state individuate aree urbane interferenti con alcuni tratti montani dei laghi oggetto di studio a cui per effetto :

- della alterazione del reticolo idrografico naturale superficiale;
- della interruzione del normale deflusso;
- della impermeabilizzazione di aree naturali;

- della sovrapposizione con il sistema di drenaggio urbano

è stata attribuita un grado di pericolosità "P2"; la loro estensione per ognuno dei laghi con cui interferiscono è la seguente:

- Pomentella: 10 ettari;
- Cupa dell'Olivella: 3,7 ha;
- Spirito Santo Sinistro: 6,5 ha.



(tratto tombato insufficiente)

5 LA CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO

Il rischio R è stato definito come entità del danno atteso in una data area e in un certo intervallo di tempo in seguito al verificarsi di un particolare evento calamitoso ed è espresso dalla seguente relazione:

$$R = P \times D$$

dove:

- P = pericolosità ovvero è la probabilità di occorrenza dell'evento calamitoso entro un certo intervallo di tempo ed in una zona tale da influenzare l'elemento a rischio;
- D = danno ovvero è il grado previsto di perdita, di persone e/o beni, a seguito di un particolare evento calamitoso, funzione sia del valore esposto che della vulnerabilità:
- D = E x V

essendo:

E = valore esposto è il valore (che può essere espresso in termini monetari o di numero o quantità di unità esposte) della popolazione, delle proprietà e delle attività economiche, inclusi i servizi pubblici, a rischio in una data area.

V = Vulnerabilità ovvero il grado di perdita prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio risultante dal verificarsi dell'evento calamitoso.

Rinunciando alla stima della vulnerabilità, ed ipotizzandola sempre massima e pari a 1, si ha:

$$D = E$$

I livelli di pericolosità in aree soggette a fenomeni di allagamento da esondazione sono definite in funzione del periodo di ritorno (T) dell'evento di piena e del tirante idrico medio (h) dell'acqua nell'area in esame. Nota la pericolosità in funzione del tirante idrico è stato valutato il livello di pericolosità dalla matrice indicata nella relazione generale allegata alla redazione del PAI.

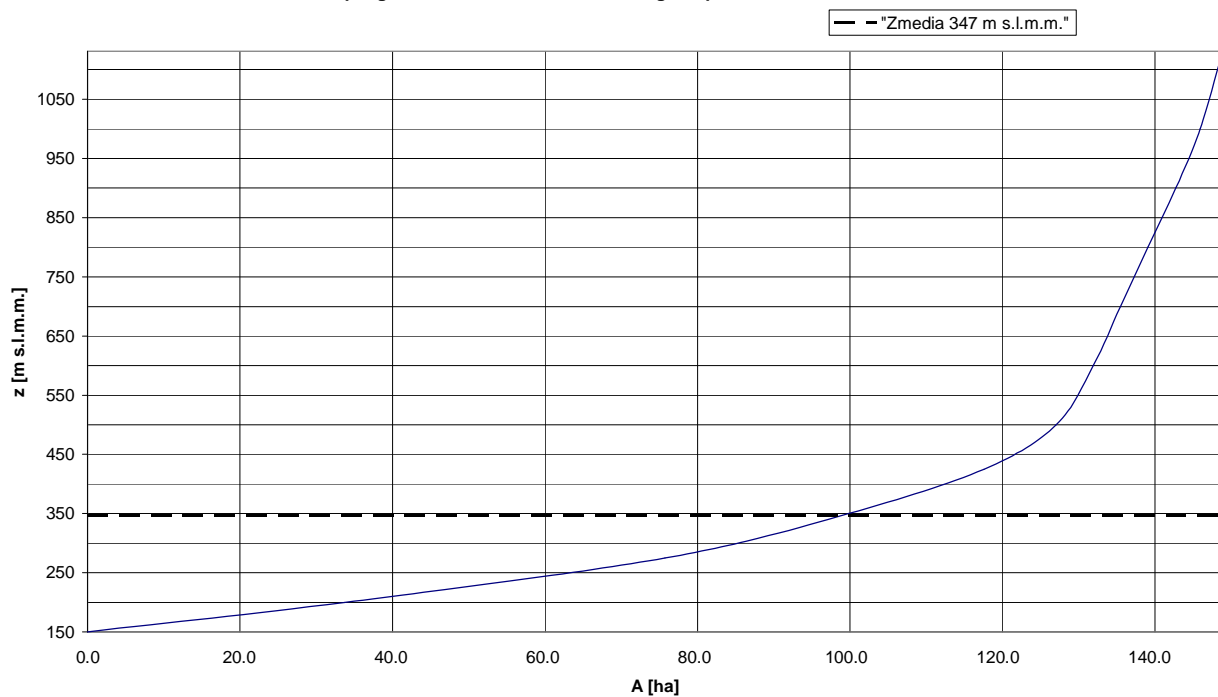
Si ribadisce che l'attività di studio svolta dal CIRIAM è stata finalizzata alla valutazione della pericolosità idraulica "intrinseca" del territorio, sulla base delle informazioni idrauliche e topografiche disponibili.

La conseguente perimetrazione delle aree a rischio idraulico dovrà tenere in considerazione gli aggiornamenti cartografici, soprattutto con riferimento alla estensione delle aree urbanizzate e quindi alla ridefinizione della carta del valore esposto.

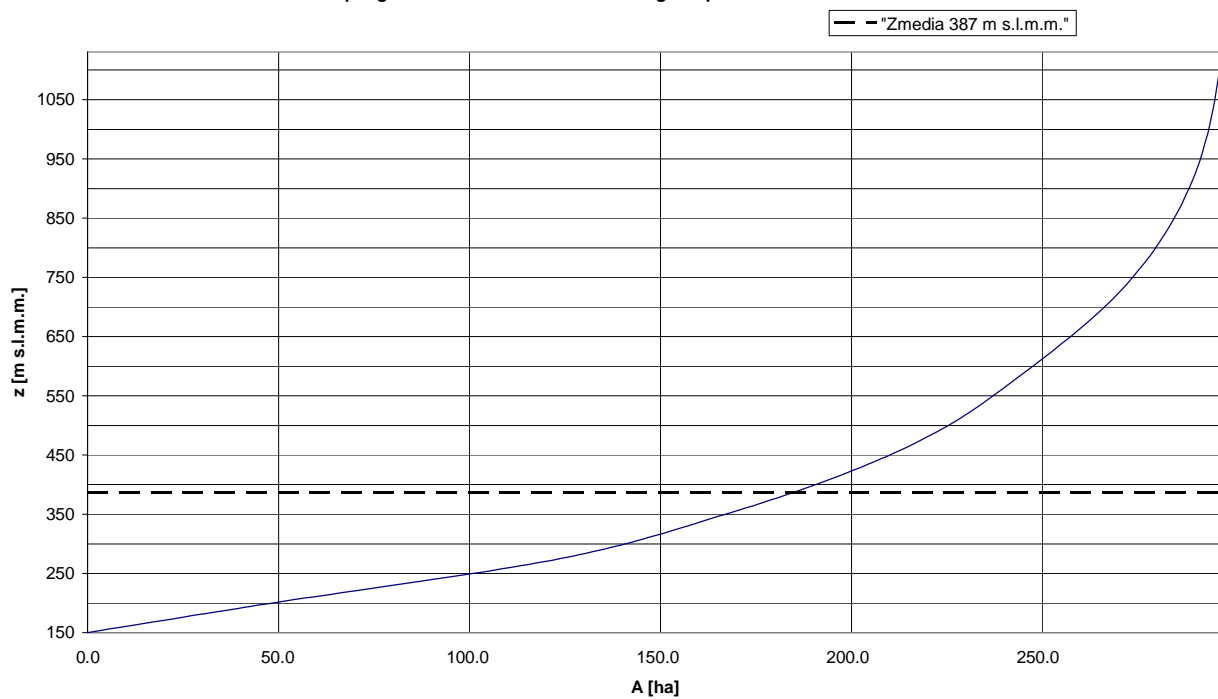
Allegato 1 - CURVE IPSOGRAFICHE

SOTTOBACINI DELLO SPIRITO SANTO

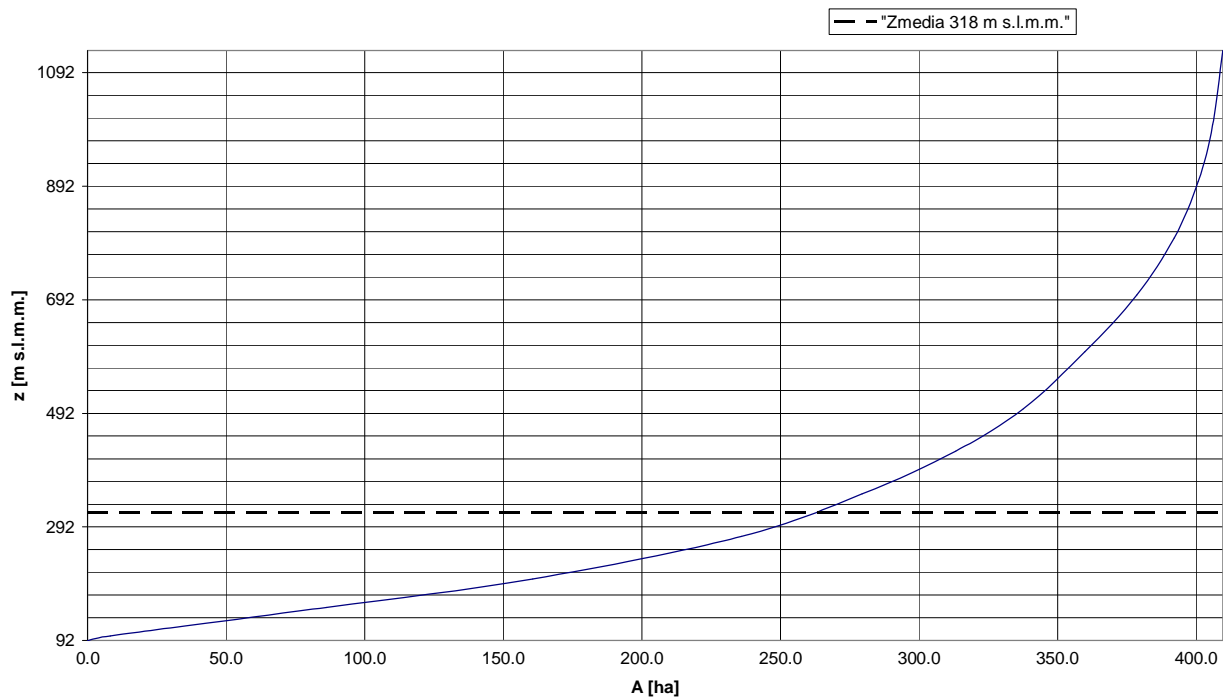
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.A



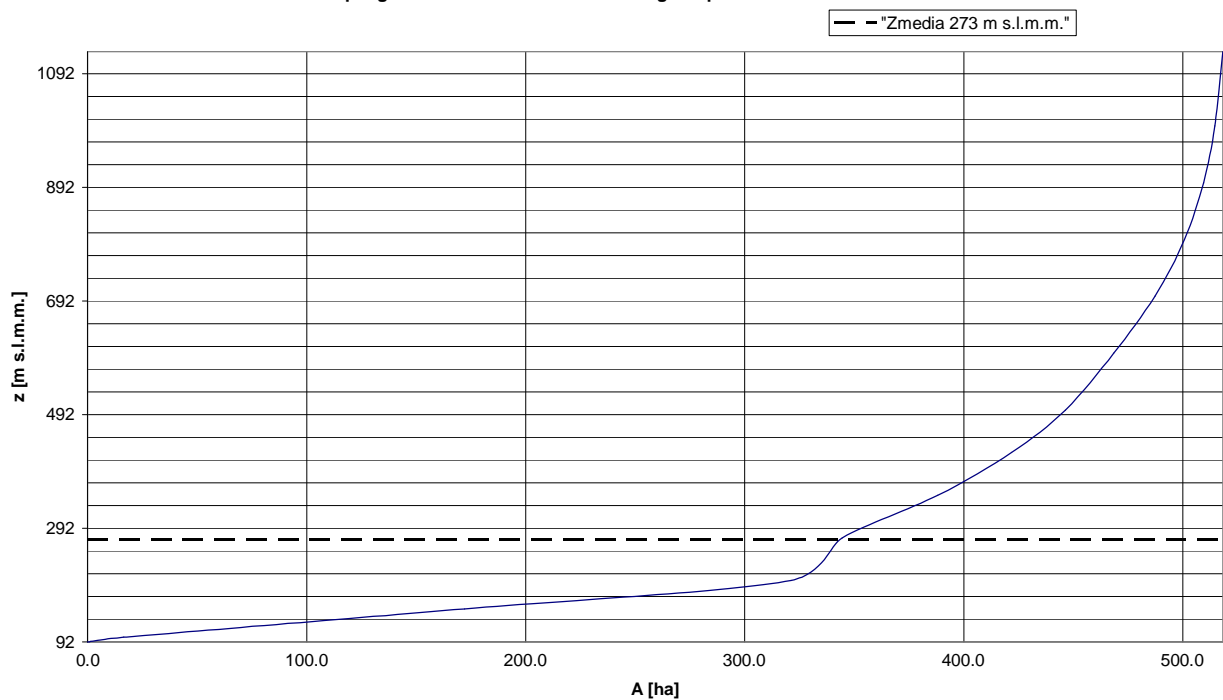
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.B



Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.C



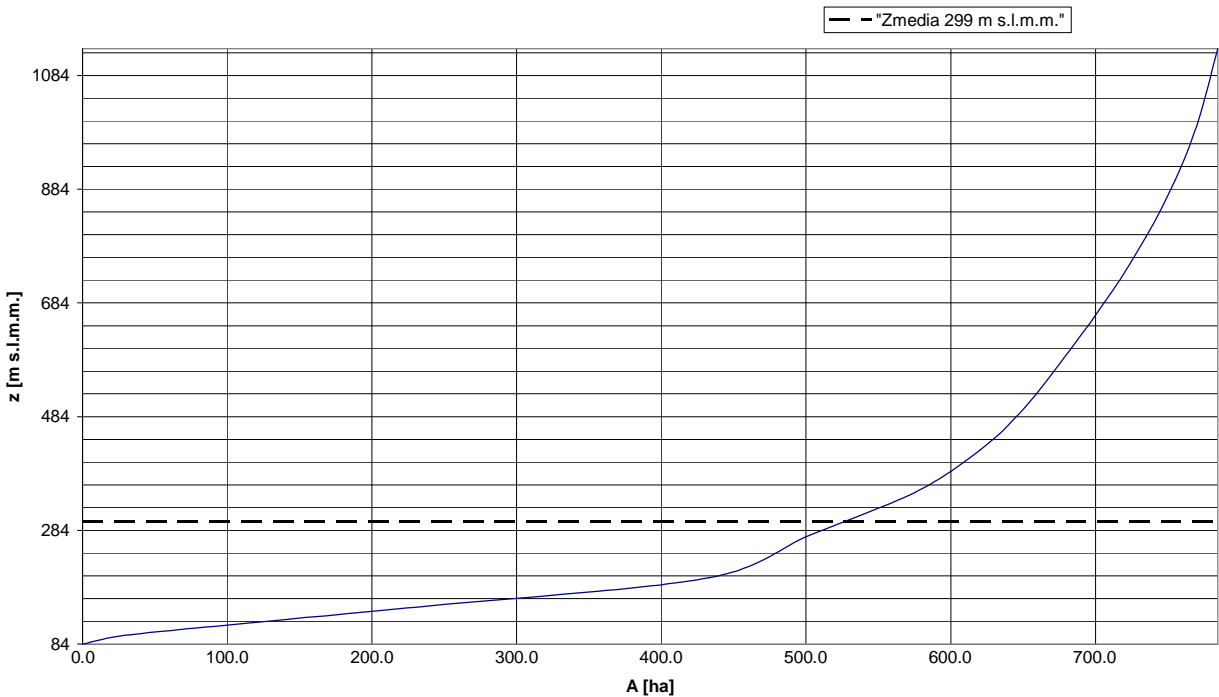
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.D



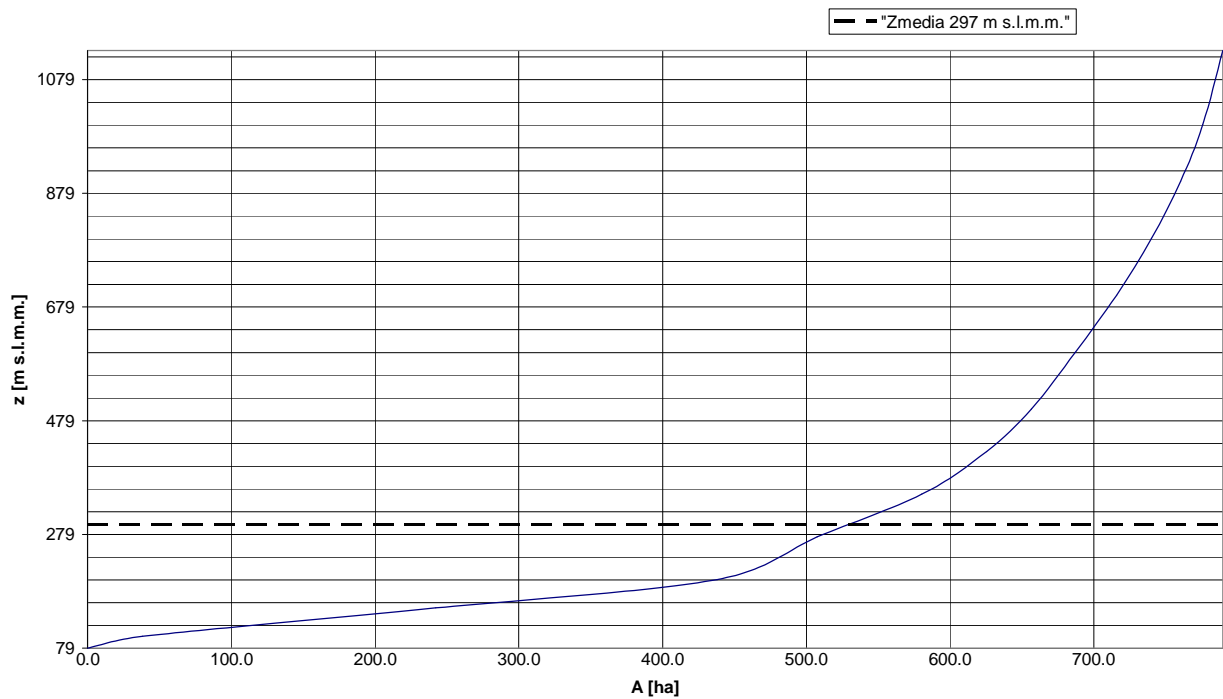
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.E



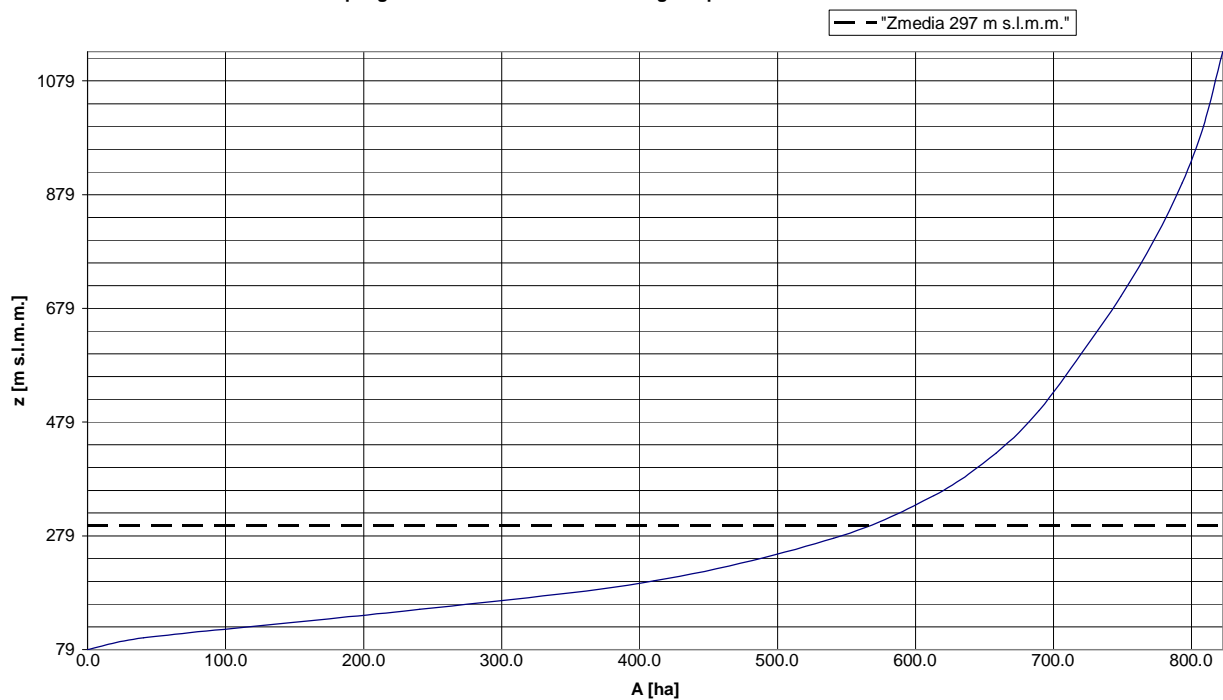
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.F



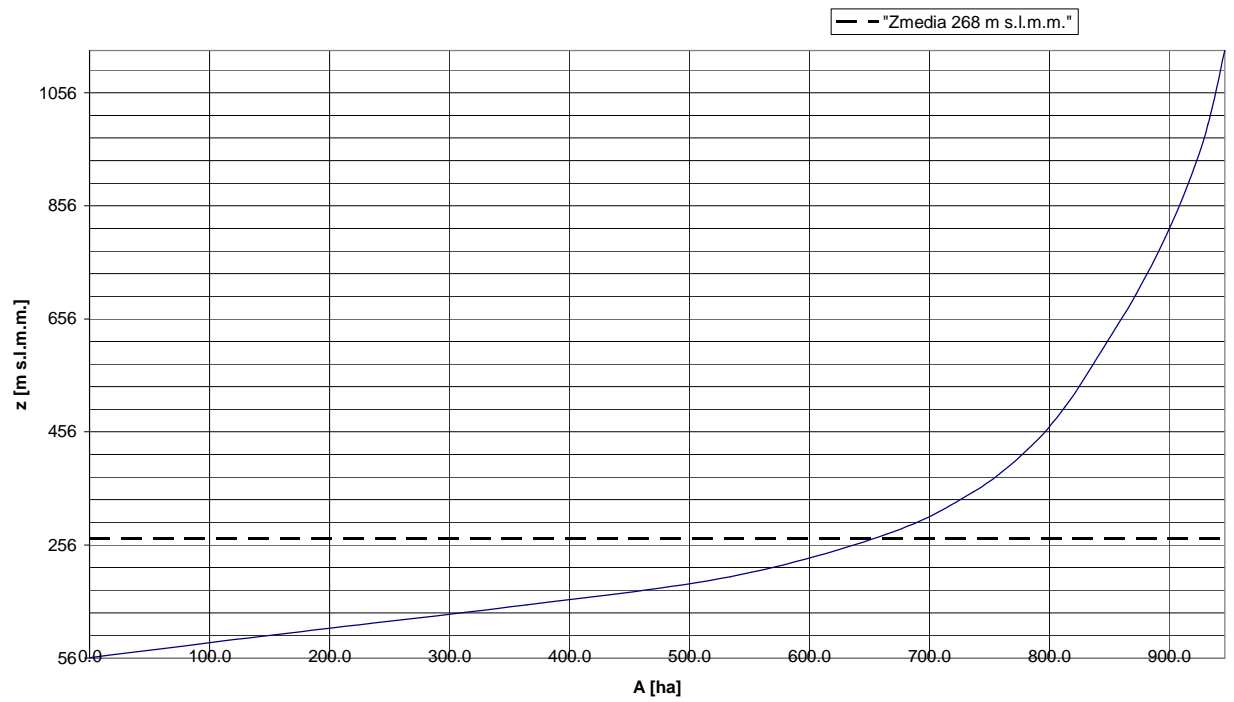
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.G



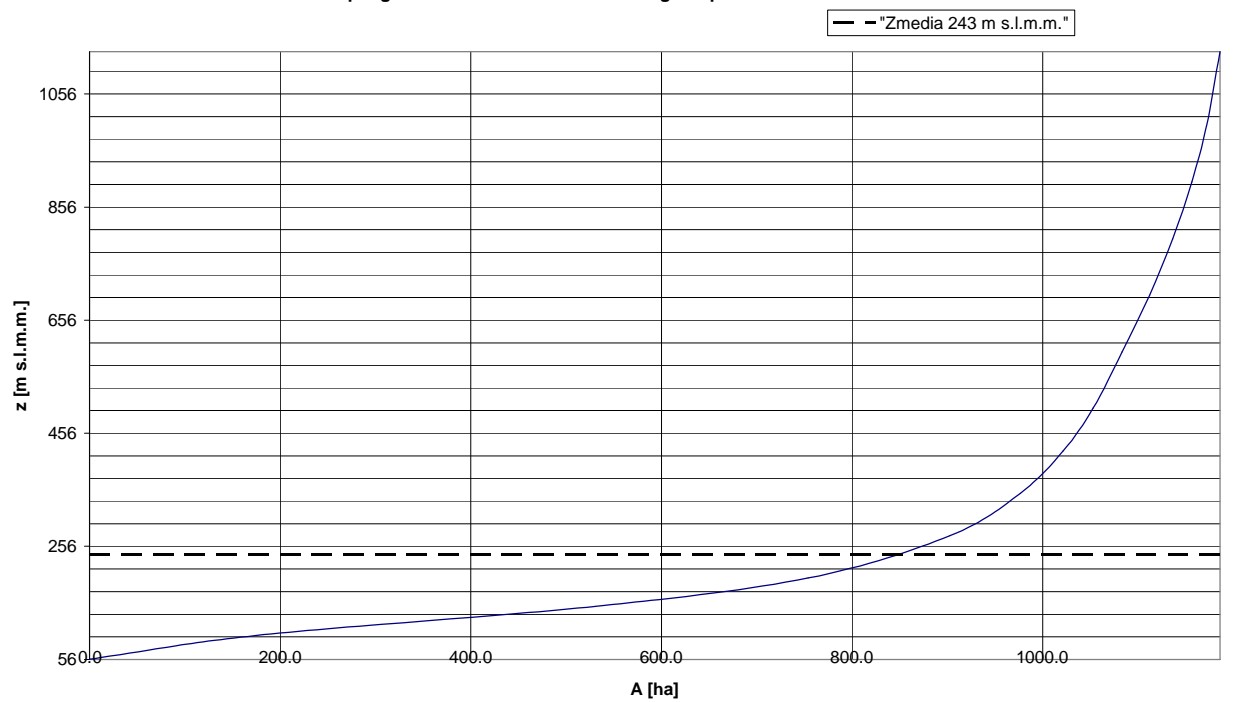
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.H



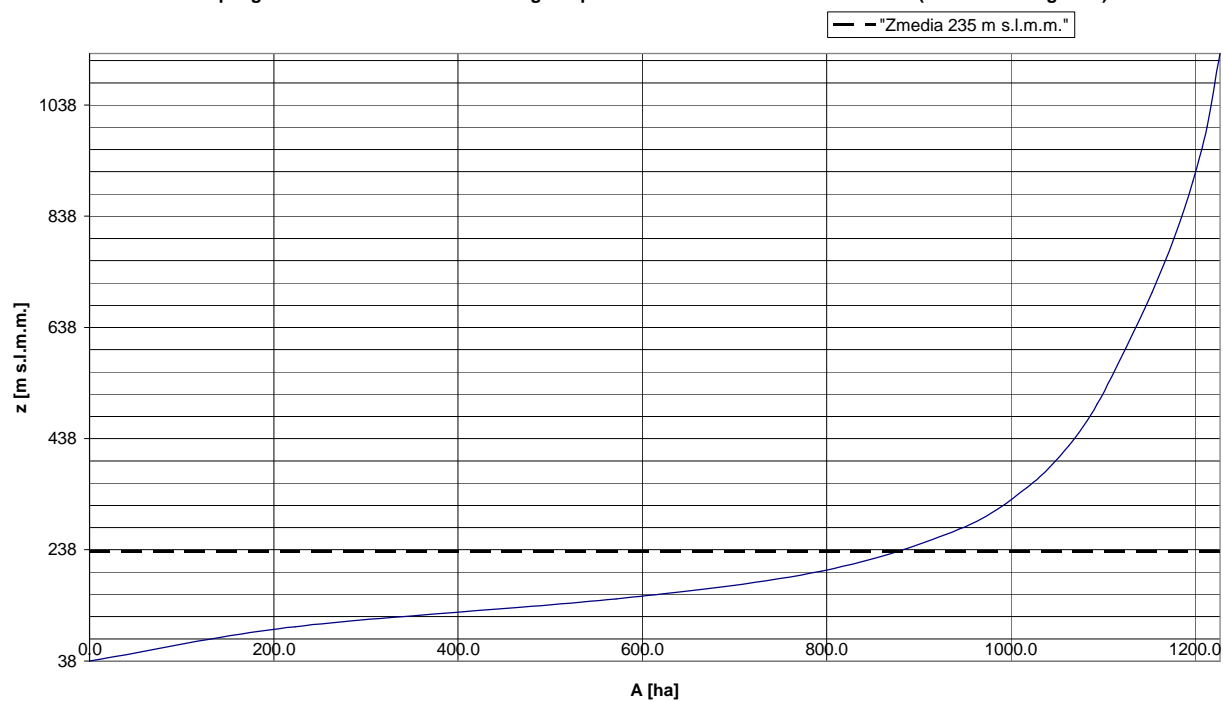
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.I



Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Spirito Santo nella Sezione S.S.L

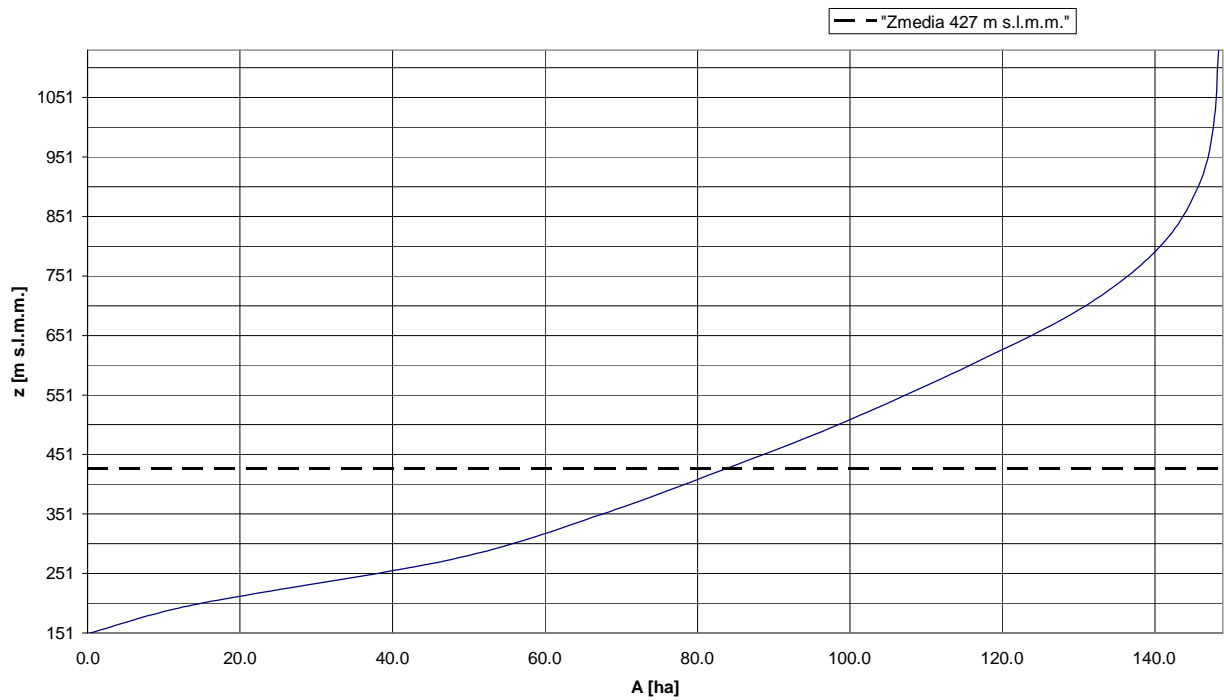


Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lago Spirito Santo all'immissione nella Vasca (Zezione idrologica M)



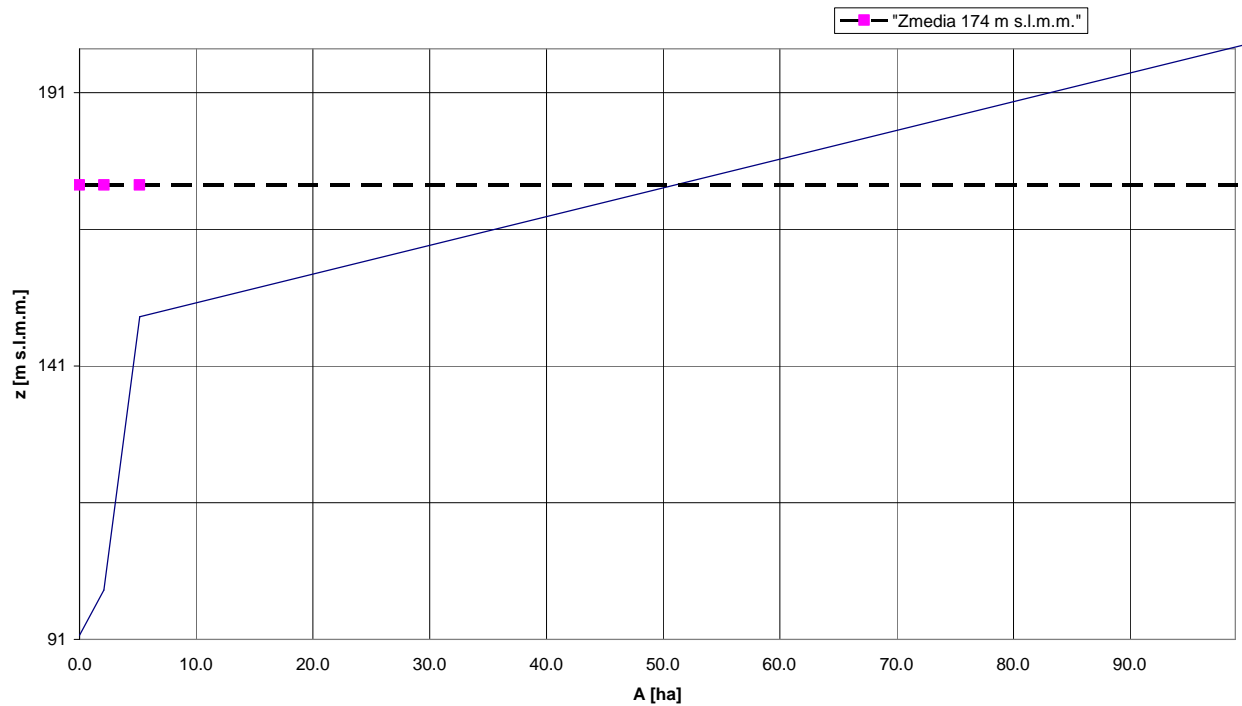
BACINO DELL'AMENDOLARE

Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Amendolare all'immissione nello Spirito Santo (Sezione AM.A)



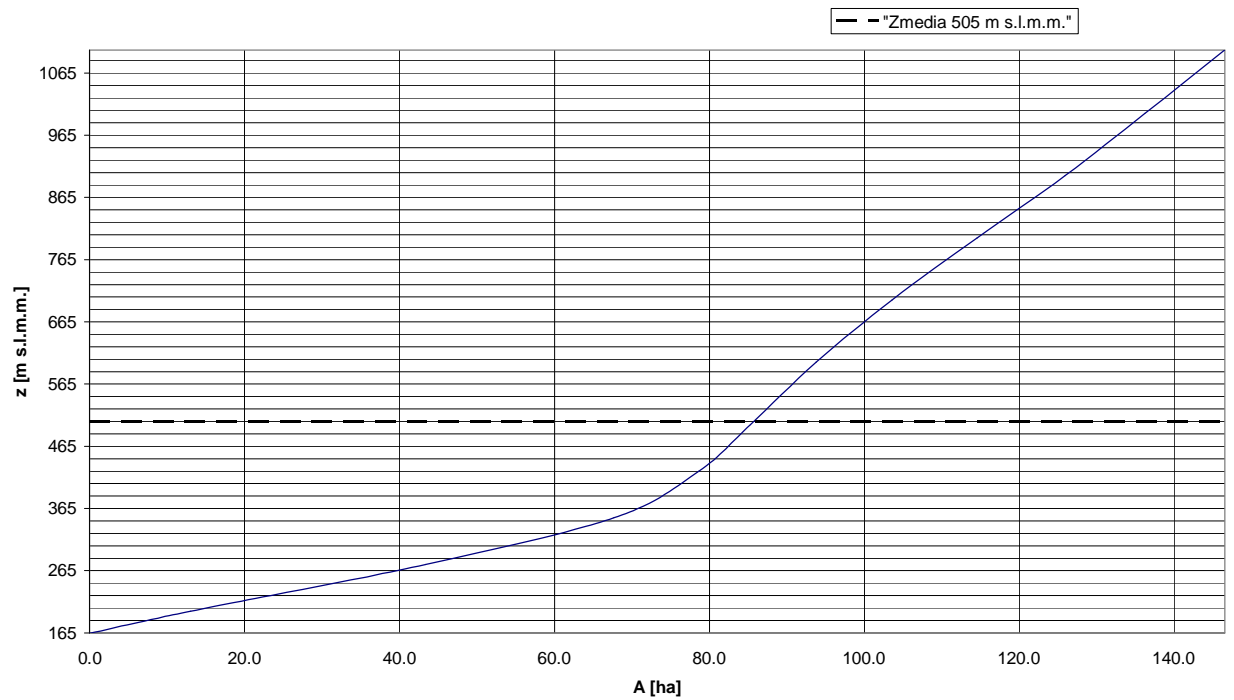
BACINO DEL POMENTELLA

Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Pomentella all'immissione nello Spirito Santo (Sezione PO.A)

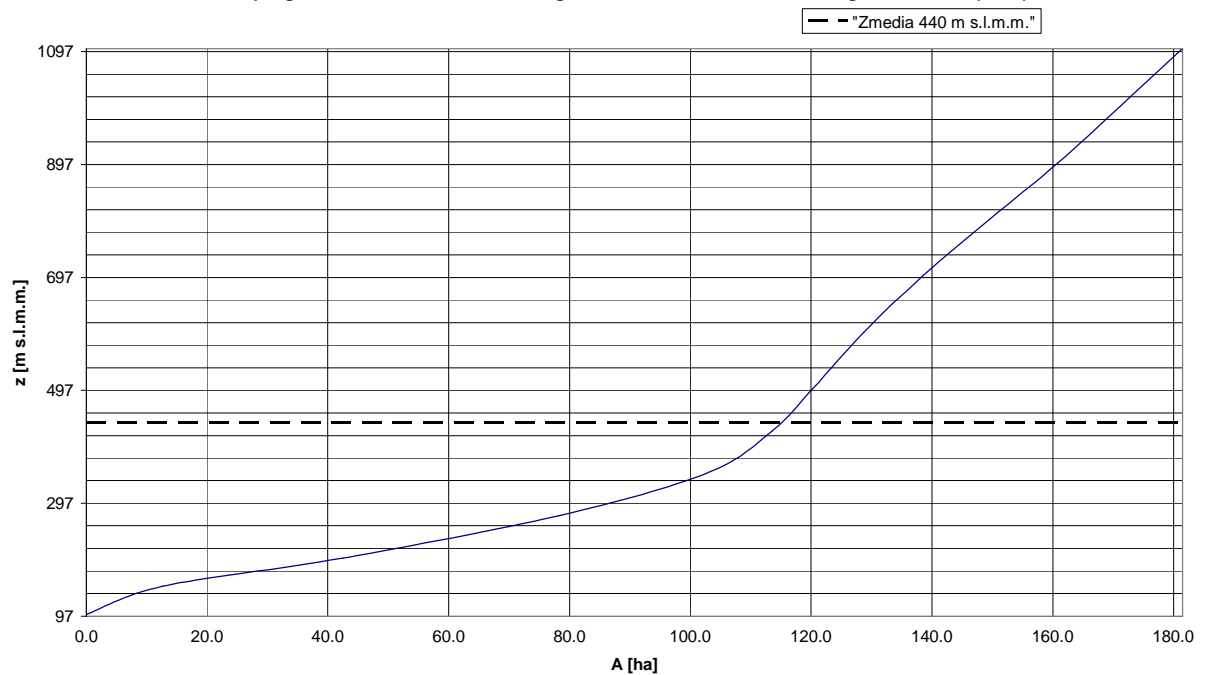


SOTTOBACINI DEL SORBO

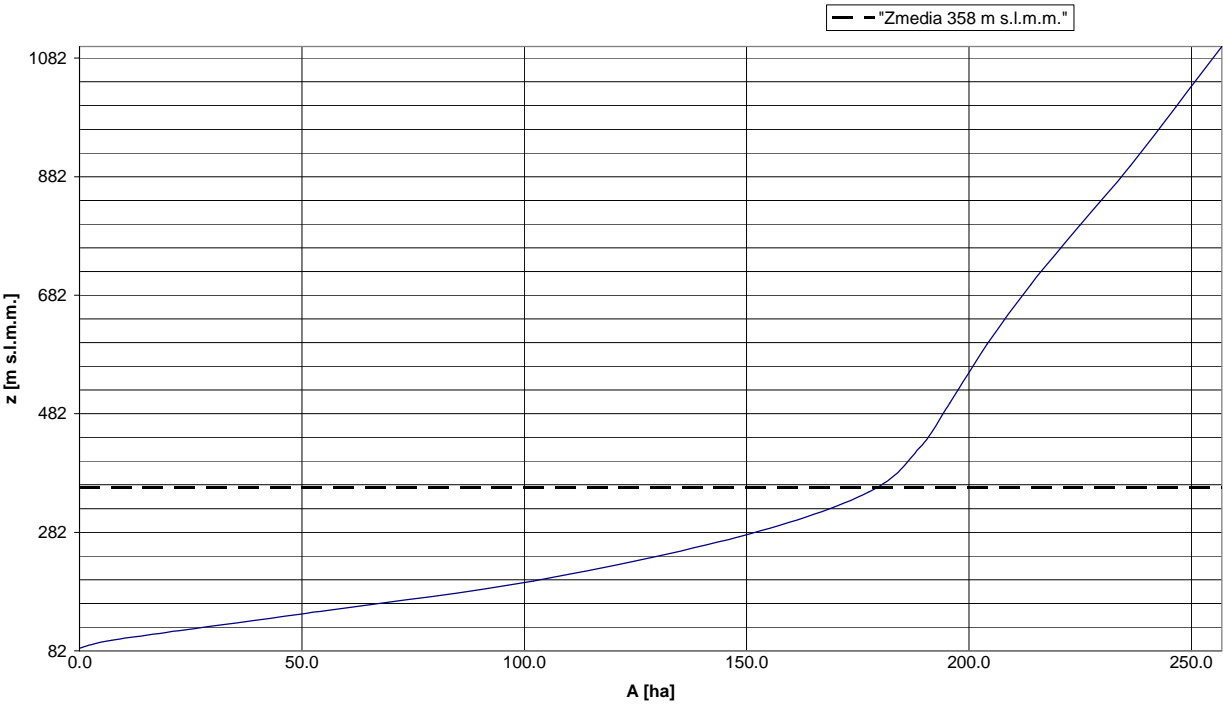
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Sorbo a monte dell'abitato di Sant'Anastasia (SO.A)



Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Sorbo alla confluenza con il Lagno OLIVELLA (SO.B)

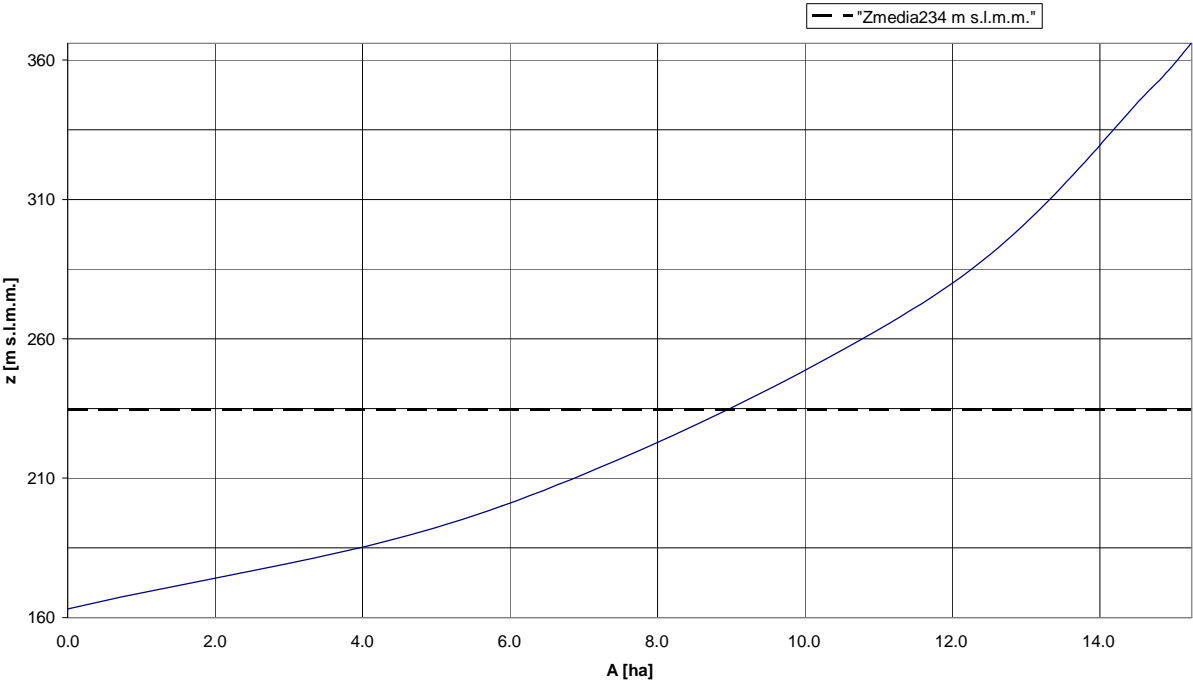


Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Sorbo alla confluenza con il Lagno Spirito Santo (SO.C)

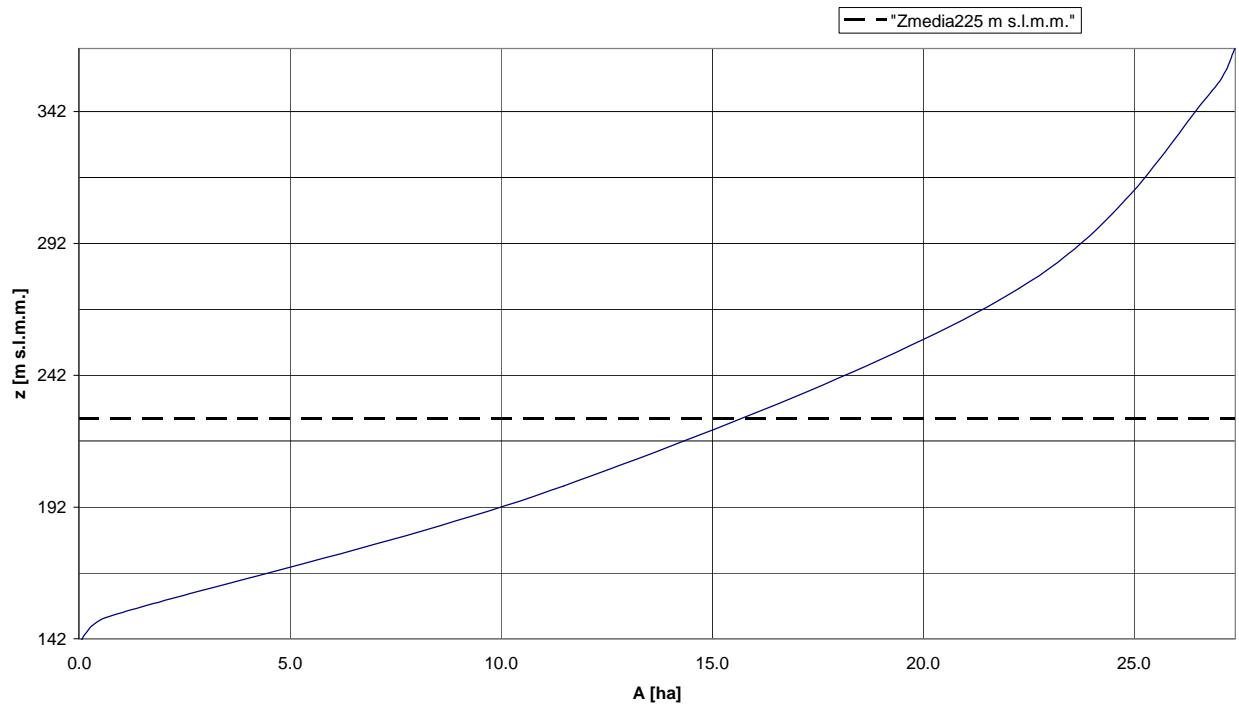


SOTTOBACINI DEL CUPA DELL'OLIVELLA

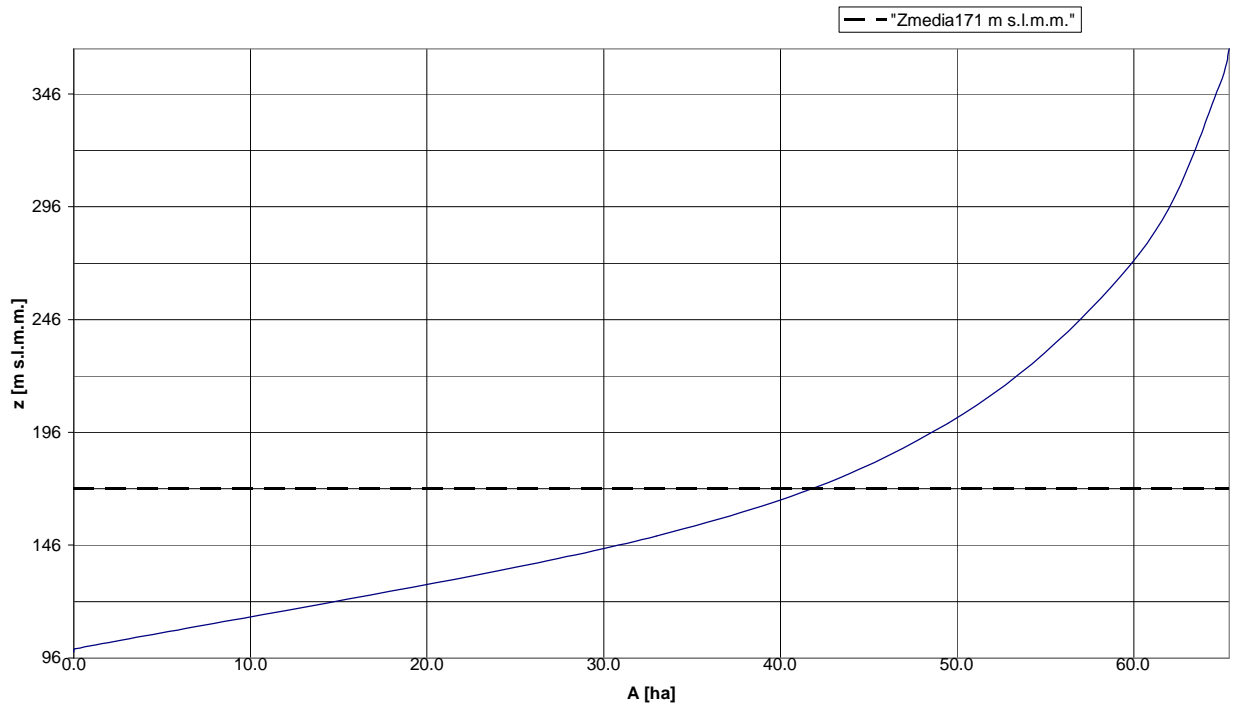
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Olivella a monte dell'abitato di Sant'Anastasia (OL.A)



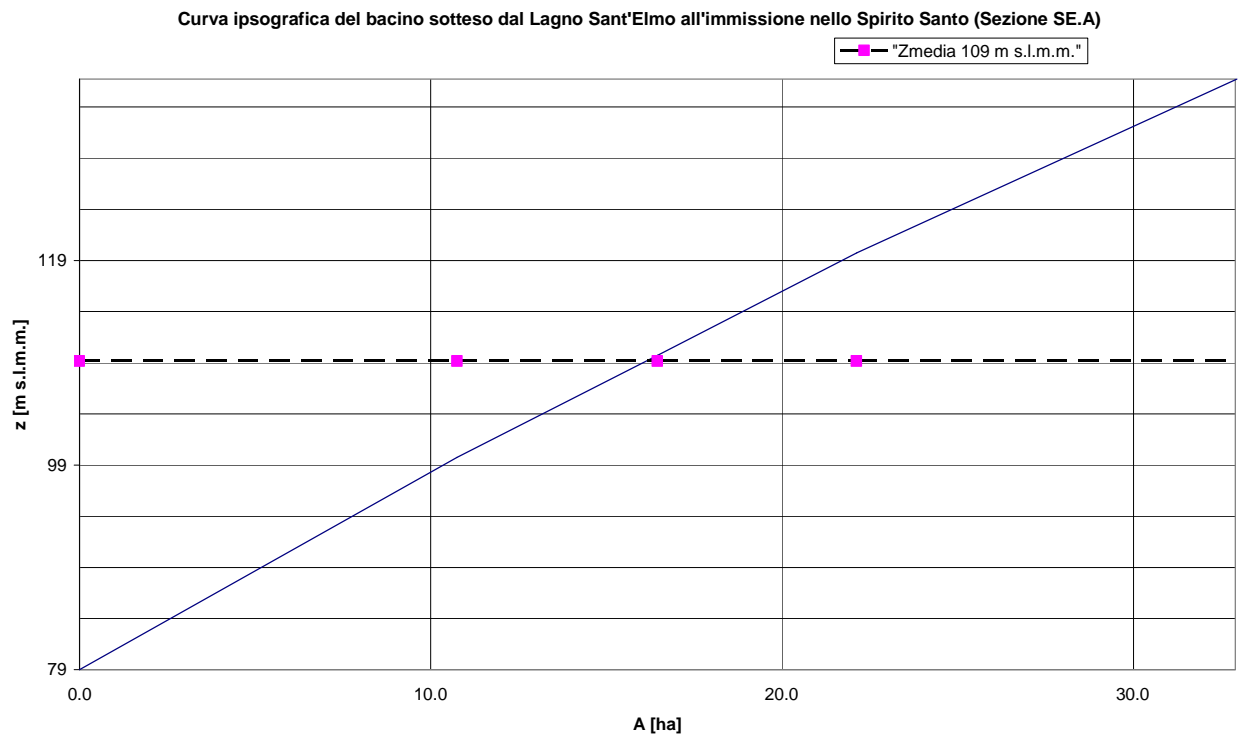
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Olivella all'abitato di Sant'Anastasia (OL.B)



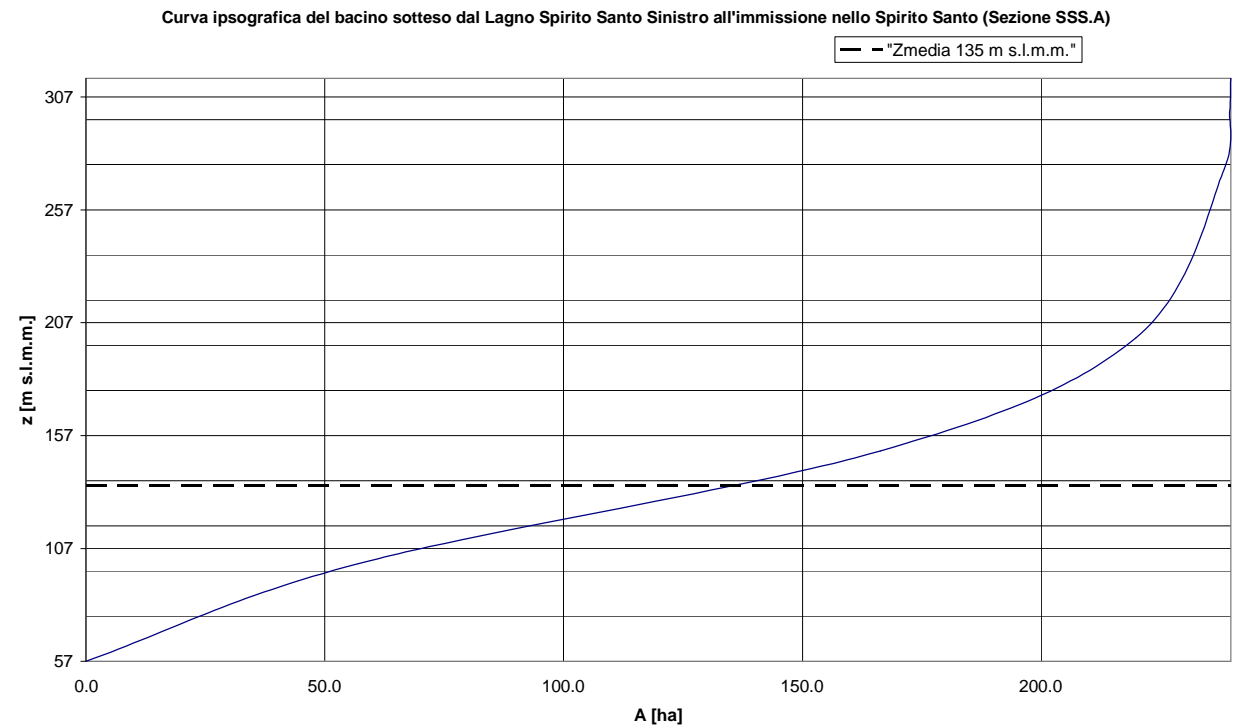
Curva ipsografica del bacino sotteso dal Lagno Olivella alla confluenza con il Lagno Sorbo (OL.C)



BACINO DEL SANT'ELMO



BACINO DELLO SPIRITO SANTO SINISTRO



Allegato 2 – CALCOLI IDRAULICI

Nelle tabelle che seguono sono riportati i dati più significativi dello studio per ogni lagno esaminato, in particolare per ogni sezione imputata nel codice di calcolo, sono riportati la quota del fondo del canale, la quota della superficie idrica, le quote delle sponde destra e sinistra del canale, il rispettivo franco della superficie idrica rispetto alle sponde e la portata espressa in m³/s.

Le celle evidenziate in rosso rappresentano le sezioni in cui è prevista esondazione.

T 20 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
194	182	182.43	184.86	185.83	2.43	3.40	6.31
193	180.05	180.47	185.09	183.79	4.62	3.32	6.31
192	178.31	178.75	180.2	180.49	1.45	1.74	6.31
191	176.95	177.38	178.27	179.84	0.89	2.46	6.31
190	174.48	174.96	176.81	176.86	1.85	1.90	6.31
189	172.49	173.13	174.25	174.4	1.12	1.27	6.31
188	170.64	171.12	172.05	172.85	0.93	1.73	6.31
187	167.4	167.87	169.93	170.65	2.06	2.78	6.31
186	165.57	166	168.1	168.82	2.10	2.82	6.31
185	163.44	163.83	168.19	168.56	4.36	4.73	6.31
184	161.93	162.54	165.72	167.01	3.18	4.47	6.31
183	160.17	160.61	161.99	163.73	1.38	3.12	6.31
182	158.11	158.44	160.26	159.58	1.82	1.14	6.31
181	157.64	158.24	159.96	158.53	1.72	0.29	6.31
180	156.74	157.15	159.06	157.63	1.91	0.48	6.31
179	155.09	155.38	159.06	157.48	3.68	2.10	6.31
178.1	Bridge						
178	154.7	155.08	157.35	157.3	2.27	2.22	6.31
177.1	Bridge						
177	153	153.63	157.6	157.94	3.97	4.31	6.31
176	150.99	151.64	156	156.06	4.36	4.42	6.31
175	150.22	150.9	158.8	153.98	7.90	3.08	15.05
174	148.74	149.27	152.29	151.59	3.02	2.32	15.05
173	148.2	148.66	151.75	151.05	3.09	2.39	15.05

172	147.83	148.36	151.49	150.95	3.13	2.59	15.05
171	145.48	146.46	149.58	150.26	3.12	3.80	15.05
170	144.9	145.88	148.91	150	3.03	4.12	15.05
169	145.2	145.78	148.72	149.8	2.94	4.02	15.05
168	144.02	144.51	145.99	147	1.48	2.49	15.05
167	143.7	144.24	145.85	146.31	1.61	2.07	15.05
166	142.98	144.69	144.37	145.81	-0.32	1.12	15.05
165	143.04	144.68	144.43	145.87	-0.25	1.19	15.05
164	143.15	143.91	144.94	146.51	1.03	2.60	15.05
163	142.51	142.93	144.3	145.87	1.37	2.94	15.05
162	141.22	141.79	141.61	146.1	-0.18	4.31	15.05
161.1	Bridge						
161	141.1	141.74	141.49	145.98	-0.25	4.24	15.05
160.1	Bridge						
160	140.01	140.73	142.39	144.35	1.66	3.62	15.05
159	138.86	139.54	141.53	140.77	1.99	1.23	15.05
158	137.8	138.34	140.88	139.41	2.54	1.07	15.05
157	136.83	137.83	139.91	138.44	2.08	0.61	15.05
156.1	Bridge				0.00	0.00	
156	136.1	137.77	140.44	140.54	2.67	2.77	15.05
155.1	Bridge				0.00	0.00	
155	136.09	137.76	139.85	138.55	2.09	0.79	15.05
154	135.72	137.76	139.48	138.18	1.72	0.42	15.05
153	135.8	136.96	140.09	138.2	3.13	1.24	15.05
152	134.95	135.77	139.24	137.35	3.47	1.58	15.05
151	134.86	136.28	138.26	137.19	1.98	0.91	15.05
150	134.42	136.3	137.82	136.75	1.52	0.45	15.05
149	134.42	135.67	138.43	137.47	2.76	1.80	15.05
148	133.71	134.73	137.72	136.76	2.99	2.03	17.91
147	133.62	134.38	136.37	136.09	1.99	1.71	17.91
146	132.85	133.61	135.6	135.32	1.99	1.71	17.91
145	132.23	133.02	134.92	134.73	1.90	1.71	17.91
144	131.52	132.91	134.21	134.02	1.30	1.11	17.91
143	131.32	132.91	134.01	133.82	1.10	0.91	17.91
142	130.65	132.48	133.95	133.76	1.47	1.28	17.91

141	130.49	132.49	133.49	133.29	1.00	0.80	17.91
140	130.2	132.33	133.45	133.28	1.12	0.95	17.91
139	130.23	130.69	132.86	132.56	2.17	1.87	17.91
138	129.4	130.05	132.03	131.73	1.98	1.68	17.91
137	128.19	129.24	130.55	130.28	1.31	1.04	17.91
136	127.28	128.72	129.6	129.59	0.88	0.87	17.91
135.1	Bridge				0.00	0.00	
135	127.2	128.5	129.52	129.51	1.02	1.01	17.91
134.1	Bridge				0.00	0.00	
134	126.12	126.82	129.1	130.04	2.28	3.22	17.91
133	124.48	125.07	126.38	126.5	1.31	1.43	17.91
132	123.73	124.61	126.35	126.5	1.74	1.89	17.91
131	122.91	124.05	124.66	125.03	0.61	0.98	17.91
130	122.6	123.88	124.57	124.97	0.69	1.09	17.91
129	122.41	123.08	124.27	124.42	1.19	1.34	17.91
128	121.53	122.78	123.39	123.54	0.61	0.76	17.91
127	121.09	121.96	123.31	123.51	1.35	1.55	17.91
126	120.49	121.23	123.23	123.47	2.00	2.24	17.91
125	120.17	121.01	121.99	122.15	0.98	1.14	17.91
124	119.26	120.42	121	120.89	0.58	0.47	17.91
123	119.36	120.2	121.94	122.13	1.74	1.93	17.91
122	118.24	118.73	120.82	121.01	2.09	2.28	17.91
121	117.54	118.09	119.75	120	1.66	1.91	17.91
120	116.92	117.64	119.65	119.9	2.01	2.26	17.91
119	116.5	117.04	119.55	119.81	2.51	2.77	17.91
118	115.55	116.35	117.7	118.08	1.35	1.73	17.91
117	114.93	115.73	116.75	117.04	1.02	1.31	17.91
116	114.1	114.87	116.2	116	1.33	1.13	17.91
115	113.26	114.33	115.7	115.98	1.37	1.65	17.91
114	113.18	113.92	115.75	115.95	1.83	2.03	17.91
113	113.01	114.08	115.96	115.66	1.88	1.58	17.91
112	112.5	113.38	115.45	115.15	2.07	1.77	17.91
111	111.6	113.16	113.6	114.66	0.44	1.50	17.91
110	111.3	112.66	113.6	114.64	0.94	1.98	17.91
109	110.98	112.72	113.6	114.61	0.88	1.89	17.91

108	110.98	112.72	112.9	114.27	0.18	1.55	17.91
107	110.57	111.83	112.44	113.4	0.61	1.57	17.91
106	108.74	110.39	111.61	111.94	1.22	1.55	17.91
105	107.98	108.58	110.55	110.81	1.97	2.23	17.91
104	106.44	107.45	109.5	109.54	2.05	2.09	17.91
103	105.72	106.54	107.49	108.36	0.95	1.82	17.91
102	105.28	106.19	106.51	106.53	0.32	0.34	17.91
101	105.13	105.94	106.82	107.76	0.88	1.82	17.91
100	103.33	103.81	105.02	105.96	1.21	2.15	17.91
99	101.26	103.18	103.44	104.36	0.26	1.18	17.91
98	101.65	102.76	103.93	104.86	1.17	2.10	17.91
97	101.12	101.9	103.4	104.33	1.50	2.43	17.91
96	101.08	101.91	103.36	104.29	1.45	2.38	17.91
95	100.58	101.83	102.46	103.47	0.63	1.64	17.91
94	99.75	100.8	102.33	103.37	1.53	2.57	17.91
93	99.55	100.22	102.23	103.29	2.01	3.07	17.91
92	99.11	100.22	101.63	102.82	1.41	2.60	17.91
91	98.78	99.61	101.3	102.49	1.69	2.88	17.91
90	98.62	99.68	101.14	102.33	1.46	2.65	17.91
89	98.06	99	99.91	101.22	0.91	2.22	17.91
88	97.02	98.16	99	100.12	0.84	1.96	17.91
87	96.55	97.55	99	100.1	1.45	2.55	17.91
86	96.3	97.01	98.9	100	1.89	2.99	17.91
85	95.69	96.5	97.11	98.99	0.61	2.49	17.91
84	95.09	96.19	96.42	97.85	0.23	1.66	17.91
83	94.84	95.85	96.42	97.85	0.57	2.00	17.91
82	93.88	95.63	97.6	96.47	1.97	0.84	17.91
81	94.18	95.32	97.9	96.77	2.58	1.45	17.91
80	93.39	94.18	97.11	95.98	2.93	1.80	17.91
79	92.33	93.73	95.63	94.79	1.90	1.06	17.91
78	91.76	92.87	93.42	93.65	0.55	0.78	19.98
77	91.1	92.4	93.26	93.65	0.86	1.25	19.98
76	90.98	92.12	92.93	94.15	0.81	2.03	19.98
75	90.8	91.93	92.69	94.1	0.76	2.17	19.98
74	91	91.93	93.13	93.96	1.20	2.03	19.98

73	90.48	91.14	92.61	93.44	1.47	2.30	19.98
72	90.43	91.36	92.56	93.39	1.20	2.03	19.98
71	89.24	90.28	91.34	92.4	1.06	2.12	19.98
70	88.56	89.3	90.39	91.41	1.09	2.11	19.98
69	87.34	88.13	89.42	90.45	1.29	2.32	19.98
68	87.14	88.15	89.22	90.25	1.07	2.10	19.98
67	86.91	87.95	89.22	90.25	1.27	2.30	19.98
66	86.28	87.59	88.4	89.17	0.81	1.58	19.98
65	85.81	87.43	88.4	88.15	0.97	0.72	19.98
64	85.49	87.45	87.52	87.71	0.07	0.26	19.98
63	86.04	87.32	88.07	88.26	0.75	0.94	19.98
62	85.59	87.32	87.62	87.81	0.30	0.49	19.98
61	85.6	86.25	88.29	88.16	2.04	1.91	19.98
60	84.84	85.33	87.53	87.4	2.20	2.07	19.98
59	84.63	85.5	87.32	87.19	1.82	1.69	19.98
58	82.83	83.74	86.18	86.09	2.44	2.35	19.98
57	82.69	84.14	86.04	85.95	1.90	1.81	29.54
56	82.2	83.75	84.65	85.2	0.90	1.45	29.54
55	81.5	83.54	83.79	83.7	0.25	0.16	29.54
54	81.56	83.49	83.85	83.76	0.36	0.27	29.54
53	81.91	83.1	84.2	84.11	1.10	1.01	29.54
52	79.96	81.2	82.49	83.18	1.29	1.98	29.54
51	79.3	80.96	81.73	81.81	0.77	0.85	31.82
50	78.99	80.63	82.3	82.11	1.67	1.48	31.82
49	77.95	79.2	81.26	81.07	2.06	1.87	31.82
48	77.76	79.92	79.9	79.91	-0.02	-0.01	31.82
47	77.72	79.31	79.86	79.87	0.55	0.56	31.82
46	75.76	77.19	78.83	78.71	1.64	1.52	31.82
45	75.74	77.22	79.34	79.36	2.12	2.14	31.82
44	74.76	75.96	78.36	78.38	2.40	2.42	31.82
43	74.82	76.41	78.42	78.44	2.01	2.03	31.82
42	72.69	74.01	76.29	76.31	2.28	2.30	31.82
41	72.35	74.58	75.95	75.97	1.37	1.39	31.82
40	72.35	74.57	75.95	75.97	1.38	1.40	31.82
39	72.43	74.49	75.33	75.34	0.84	0.85	31.82

38	72.25	74.31	75.15	75.16	0.84	0.85	31.82
37	71.06	72.34	75.12	75.12	2.78	2.78	31.82
36	67.74	69.94	71.34	71.34	1.40	1.40	31.82
35	67.38	68.28	71	70.75	2.72	2.47	31.82
34	66.98	68.61	70.73	70.45	2.12	1.84	31.82
33	66.8	68.47	70.23	70.23	1.76	1.76	31.82
32	65.26	66.23	68.61	69.04	2.38	2.81	31.82
31	63.39	65.36	67	67.08	1.64	1.72	31.82
30	61.57	62.84	64.44	64.54	1.60	1.70	31.82
29	59.94	61.37	62.83	62.84	1.46	1.47	31.82
28	59.08	60.44	61.2	61.63	0.76	1.19	31.82
27	57.24	58.95	59.36	59.79	0.41	0.84	31.82
26	57.26	58.62	59.38	59.81	0.76	1.19	31.82
25	56.63	58.57	58.75	59.18	0.18	0.61	31.82
24.1	Bridge				0.00	0.00	
24	56.8	58.21	60.15	60.15	1.94	1.94	36.33
23.1	Bridge				0.00	0.00	
23	54.83	56.55	58.42	58.38	1.87	1.83	36.33
22	53.41	55.57	57.03	57.01	1.46	1.44	36.33
21	53.41	55.28	56.3	56.35	1.02	1.07	36.33
20	52.81	55.08	56.23	56.33	1.15	1.25	36.33
19	51.82	53.27	54.23	54.23	0.96	0.96	36.33
18	50.28	53	53.41	53.42	0.41	0.42	36.33
17	49.67	50.62	52.51	52.3	1.89	1.68	36.33
16	48.94	51.1	52.28	52.28	1.18	1.18	36.33
15	49	51.08	51.6	51.74	0.52	0.66	36.33
14	48.85	49.93	51.26	52.19	1.33	2.26	36.33
13	48.28	50.62	50.69	51.62	0.07	1.00	36.33
12	48.33	49.79	51	50.99	1.21	1.20	36.33
11.1	Bridge				0.00	0.00	
11	47.91	49.83	50.9	50.86	1.07	1.03	36.33
10	47.17	49.68	49.41	49.53	-0.27	-0.15	36.33
9	47.46	48.95	49.7	49.82	0.75	0.87	36.33
8	46.72	48.07	49.68	49.78	1.61	1.71	36.33
7	46.07	48.05	49.35	49.51	1.30	1.46	36.33

6	45.16	47.5	48.31	47.17	0.81	-0.33	36.33
5	44.94	46.51	47.97	47.18	1.46	0.67	36.33
4	43.31	45.31	46.73	46.74	1.42	1.43	36.33
3	43.36	45.14	46.78	46.79	1.64	1.65	36.33
2	41.75	43.51	44.7	44.55	1.19	1.04	36.33
1.6	38.5	39.65	40.78	40.92	1.13	1.27	36.33
1.5	36.25	36.94	38.64	38.51	1.70	1.57	36.33
1.4	35.8	38.14	38.52	38.64	0.38	0.50	36.33
1.3	34.42	38	36.17	35.91	-1.83	-2.09	36.33
1.2	34.48	38	36.23	35.97	-1.77	-2.03	36.33
1.1	34.11	38	35.86	35.6	-2.14	-2.40	36.33
1	33.83	38	38.43	38.43	0.43	0.43	36.33

Tab. 1.1: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=20$ Spirito Santo

T 100 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
194	182	182.51	184.86	185.83	2.35	3.32	9.08
193	180.05	180.55	185.09	183.79	4.54	3.24	9.08
192	178.31	178.84	180.2	180.49	1.36	1.65	9.08
191	176.95	177.45	178.27	179.84	0.82	2.39	9.08
190	174.48	175.06	176.81	176.86	1.75	1.8	9.08
189	172.49	173.24	174.25	174.4	1.01	1.16	9.08
188	170.64	171.19	172.05	172.85	0.86	1.66	9.08
187	167.4	167.97	169.93	170.65	1.96	2.68	9.08
186	165.57	166.08	168.1	168.82	2.02	2.74	9.08
185	163.44	163.9	168.19	168.56	4.29	4.66	9.08
184	161.93	162.7	165.72	167.01	3.02	4.31	9.08
183	160.17	160.7	161.99	163.73	1.29	3.03	9.08
182	158.11	158.75	160.26	159.58	1.51	0.83	9.08
181	157.64	158.37	159.96	158.53	1.59	0.16	9.08
180	156.74	157.24	159.06	157.63	1.82	0.39	9.08
179	155.09	155.46	159.06	157.48	3.6	2.02	9.08
178.1	Bridge						
178	154.7	155.18	157.35	157.3	2.17	2.12	9.08
177.1	Bridge						
177	153	153.8	157.6	157.94	3.8	4.14	9.08
176	150.99	151.79	156	156.06	4.21	4.27	9.08
175	150.22	151.07	158.8	153.98	7.73	2.91	21.65
174	148.74	149.38	152.29	151.59	2.91	2.21	21.65
173	148.2	148.76	151.75	151.05	2.99	2.29	21.65
172	147.83	148.47	151.49	150.95	3.02	2.48	21.65
171	145.48	146.63	149.58	150.26	2.95	3.63	21.65
170	144.9	146.04	148.91	150	2.87	3.96	21.65
169	145.2	145.93	148.72	149.8	2.79	3.87	21.65
168	144.02	144.63	145.99	147	1.36	2.37	21.65
167	143.7	144.95	145.85	146.31	0.9	1.36	21.65
166	142.98	144.99	144.37	145.81	-0.62	0.82	21.65

165	143.04	144.98	144.43	145.87	-0.55	0.89	21.65
164	143.15	144.12	144.94	146.51	0.82	2.39	21.65
163	142.51	143.08	144.3	145.87	1.22	2.79	21.65
162	141.22	141.95	141.61	146.1	-0.34	4.15	21.65
161.1	Bridge						
161	141.1	141.92	141.49	145.98	-0.43	4.06	21.65
160.1	Bridge						
160	140.01	140.92	142.39	144.35	1.47	3.43	21.65
159	138.86	139.66	141.53	140.77	1.87	1.11	21.65
158	137.8	138.47	140.88	139.41	2.41	0.94	21.65
157	136.83	137.35	139.91	138.44	2.56	1.09	21.65
156.1	Bridge				0	0	
156	136.1	137.97	140.44	140.54	2.47	2.57	21.65
155.1	Bridge				0	0	
155	136.09	137.95	139.85	138.55	1.9	0.6	21.65
154	135.72	137.97	139.48	138.18	1.51	0.21	21.65
153	135.8	137.13	140.09	138.2	2.96	1.07	21.65
152	134.95	135.9	139.24	137.35	3.34	1.45	21.65
151	134.86	136.51	138.26	137.19	1.75	0.68	21.65
150	134.42	136.53	137.82	136.75	1.29	0.22	21.65
149	134.42	135.84	138.43	137.47	2.59	1.63	21.65
148	133.71	134.87	137.72	136.76	2.85	1.89	25.77
147	133.62	134.5	136.37	136.09	1.87	1.59	25.77
146	132.85	133.73	135.6	135.32	1.87	1.59	25.77
145	132.23	133.18	134.92	134.73	1.74	1.55	25.77
144	131.52	133.18	134.21	134.02	1.03	0.84	25.77
143	131.32	133.18	134.01	133.82	0.83	0.64	25.77
142	130.65	132.74	133.95	133.76	1.21	1.02	25.77
141	130.49	132.76	133.49	133.29	0.73	0.53	25.77
140	130.2	132.59	133.45	133.28	0.86	0.69	25.77
139	130.23	130.81	132.86	132.56	2.05	1.75	25.77
138	129.4	130.2	132.03	131.73	1.83	1.53	25.77
137	128.19	129.69	130.55	130.28	0.86	0.59	25.77
136	127.28	129.61	129.6	129.59	-0.01	-0.02	25.77
135.1	Bridge				0	0	

135	127.2	129.59	129.52	129.51	-0.07	-0.08	25.77
134.1	Bridge				0	0	
134	126.12	127.05	129.1	130.04	2.05	2.99	25.77
133	124.48	125.21	126.38	126.5	1.17	1.29	25.77
132	123.73	124.78	126.35	126.5	1.57	1.72	25.77
131	122.91	124.32	124.66	125.03	0.34	0.71	25.77
130	122.6	124.15	124.57	124.97	0.42	0.82	25.77
129	122.41	123.25	124.27	124.42	1.02	1.17	25.77
128	121.53	123.03	123.39	123.54	0.36	0.51	25.77
127	121.09	122.17	123.31	123.51	1.14	1.34	25.77
126	120.49	121.4	123.23	123.47	1.83	2.07	25.77
125	120.17	121.26	121.99	122.15	0.73	0.89	25.77
124	119.26	120.69	121	120.89	0.31	0.2	25.77
123	119.36	120.42	121.94	122.13	1.52	1.71	25.77
122	118.24	118.87	120.82	121.01	1.95	2.14	25.77
121	117.54	118.25	119.75	120	1.5	1.75	25.77
120	116.92	117.81	119.65	119.9	1.84	2.09	25.77
119	116.5	117.2	119.55	119.81	2.35	2.61	25.77
118	115.55	116.54	117.7	118.08	1.16	1.54	25.77
117	114.93	115.93	116.75	117.04	0.82	1.11	25.77
116	114.1	115.25	116.2	116	0.95	0.75	25.77
115	113.26	114.57	115.7	115.98	1.13	1.41	25.77
114	113.18	114.11	115.75	115.95	1.64	1.84	25.77
113	113.01	114.3	115.96	115.66	1.66	1.36	25.77
112	112.5	113.56	115.45	115.15	1.89	1.59	25.77
111	111.6	113.67	113.6	114.66	-0.07	0.99	25.77
110	111.3	112.93	113.6	114.64	0.67	1.71	25.77
109	110.98	113	113.6	114.61	0.6	1.61	25.77
108	110.98	113.07	112.9	114.27	-0.17	1.2	25.77
107	110.57	112.16	112.44	113.4	0.28	1.24	25.77
106	108.74	110.68	111.61	111.94	0.93	1.26	25.77
105	107.98	108.73	110.55	110.81	1.82	2.08	25.77
104	106.44	107.6	109.5	109.54	1.9	1.94	25.77
103	105.72	106.69	107.49	108.36	0.8	1.67	25.77
102	105.28	106.45	106.51	106.53	0.06	0.08	25.77

101	105.13	106.16	106.82	107.76	0.66	1.6	25.77
100	103.33	103.94	105.02	105.96	1.08	2.02	25.77
99	101.26	103.47	103.44	104.36	-0.03	0.89	25.77
98	101.65	102.97	103.93	104.86	0.96	1.89	25.77
97	101.12	102.06	103.4	104.33	1.34	2.27	25.77
96	101.08	102.06	103.36	104.29	1.3	2.23	25.77
95	100.58	102.09	102.46	103.47	0.37	1.38	25.77
94	99.75	101.02	102.33	103.37	1.31	2.35	25.77
93	99.55	100.4	102.23	103.29	1.83	2.89	25.77
92	99.11	100.44	101.63	102.82	1.19	2.38	25.77
91	98.78	99.79	101.3	102.49	1.51	2.7	25.77
90	98.62	99.88	101.14	102.33	1.26	2.45	25.77
89	98.06	99.21	99.91	101.22	0.7	2.01	25.77
88	97.02	98.39	99	100.12	0.61	1.73	25.77
87	96.55	97.77	99	100.1	1.23	2.33	25.77
86	96.3	97.19	98.9	100	1.71	2.81	25.77
85	95.69	96.7	97.11	98.99	0.41	2.29	25.77
84	95.09	96.69	96.42	97.85	-0.27	1.16	25.77
83	94.84	96.08	96.42	97.85	0.34	1.77	25.77
82	93.88	95.91	97.6	96.47	1.69	0.56	25.77
81	94.18	95.53	97.9	96.77	2.37	1.24	25.77
80	93.39	94.33	97.11	95.98	2.78	1.65	25.77
79	92.33	93.92	95.63	94.79	1.71	0.87	25.77
78	91.76	93.45	93.42	93.65	-0.03	0.2	28.75
77	91.1	92.67	93.26	93.65	0.59	0.98	28.75
76	90.98	92.33	92.93	94.15	0.6	1.82	28.75
75	90.8	92.14	92.69	94.1	0.55	1.96	28.75
74	91	92.16	93.13	93.96	0.97	1.8	28.75
73	90.48	91.33	92.61	93.44	1.28	2.11	28.75
72	90.43	91.59	92.56	93.39	0.97	1.8	28.75
71	89.24	90.51	91.34	92.4	0.83	1.89	28.75
70	88.56	89.54	90.39	91.41	0.85	1.87	28.75
69	87.34	88.3	89.42	90.45	1.12	2.15	28.75
68	87.14	88.34	89.22	90.25	0.88	1.91	28.75
67	86.91	88.13	89.22	90.25	1.09	2.12	28.75

66	86.28	87.99	88.4	89.17	0.41	1.18	28.75
65	85.81	87.81	88.4	88.15	0.59	0.34	28.75
64	85.49	87.91	87.52	87.71	-0.39	-0.2	28.75
63	86.04	87.67	88.07	88.26	0.4	0.59	28.75
62	85.59	87.67	87.62	87.81	-0.05	0.14	28.75
61	85.6	86.4	88.29	88.16	1.89	1.76	28.75
60	84.84	85.48	87.53	87.4	2.05	1.92	28.75
59	84.63	85.6	87.32	87.19	1.72	1.59	28.75
58	82.83	84.93	86.18	86.09	1.25	1.16	28.75
57	82.69	84.55	86.04	85.95	1.49	1.4	42.51
56	82.2	84.06	84.65	85.2	0.59	1.14	42.51
55	81.5	84.12	83.79	83.7	-0.33	-0.42	42.51
54	81.56	84.11	83.85	83.76	-0.26	-0.35	42.51
53	81.91	83.39	84.2	84.11	0.81	0.72	42.51
52	79.96	81.42	82.49	83.18	1.07	1.76	42.51
51	79.3	81.93	81.73	81.81	-0.2	-0.12	45.79
50	78.99	80.94	82.3	82.11	1.36	1.17	45.79
49	77.95	79.43	81.26	81.07	1.83	1.64	45.79
48	77.76	80.04	79.9	79.91	-0.14	-0.13	45.79
47	77.72	80.01	79.86	79.87	-0.15	-0.14	45.79
46	75.76	77.44	78.83	78.71	1.39	1.27	45.79
45	75.74	77.48	79.34	79.36	1.86	1.88	45.79
44	74.76	76.18	78.36	78.38	2.18	2.2	45.79
43	74.82	76.73	78.42	78.44	1.69	1.71	45.79
42	72.69	74.24	76.29	76.31	2.05	2.07	45.79
41	72.35	75	75.95	75.97	0.95	0.97	45.79
40	72.35	74.99	75.95	75.97	0.96	0.98	45.79
39	72.43	74.89	75.33	75.34	0.44	0.45	45.79
38	72.25	74.67	75.15	75.16	0.48	0.49	45.79
37	71.06	72.61	75.12	75.12	2.51	2.51	45.79
36	67.74	70.37	71.34	71.34	0.97	0.97	45.79
35	67.38	68.53	71	70.75	2.47	2.22	45.79
34	66.98	69.02	70.73	70.45	1.71	1.43	45.79
33	66.8	68.93	70.23	70.23	1.3	1.3	45.79
32	65.26	66.5	68.61	69.04	2.11	2.54	45.79

31	63.39	65.79	67	67.08	1.21	1.29	45.79
30	61.57	63.19	64.44	64.54	1.25	1.35	45.79
29	59.94	61.75	62.83	62.84	1.08	1.09	45.79
28	59.08	61.36	61.2	61.63	-0.16	0.27	45.79
27	57.24	59.82	59.36	59.79	-0.46	-0.03	45.79
26	57.26	58.96	59.38	59.81	0.42	0.85	45.79
25	56.63	59.29	58.75	59.18	-0.54	-0.11	45.79
24.1	Bridge				0	0	
24	56.8	58.58	60.15	60.15	1.57	1.57	52.27
23.1	Bridge				0	0	
23	54.83	57.06	58.42	58.38	1.36	1.32	52.27
22	53.41	56.73	57.03	57.01	0.3	0.28	52.27
21	53.41	56.67	56.3	56.35	-0.37	-0.32	52.27
20	52.81	56.09	56.23	56.33	0.14	0.24	52.27
19	51.82	54.43	54.23	54.23	-0.2	-0.2	52.27
18	50.28	53.18	53.41	53.42	0.23	0.24	52.27
17	49.67	51.93	52.51	52.3	0.58	0.37	52.27
16	48.94	51.56	52.28	52.28	0.72	0.72	52.27
15	49	51.59	51.6	51.74	0.01	0.15	52.27
14	48.85	51.1	51.26	52.19	0.16	1.09	52.27
13	48.28	51.35	50.69	51.62	-0.66	0.27	52.27
12	48.33	51.23	51	50.99	-0.23	-0.24	52.27
11.1	Bridge				0	0	
11	47.91	50.6	50.9	50.86	0.3	0.26	52.27
10	47.17	50.08	49.41	49.53	-0.67	-0.55	52.27
9	47.46	50.08	49.7	49.82	-0.38	-0.26	52.27
8	46.72	48.67	49.68	49.78	1.01	1.11	52.27
7	46.07	48.51	49.35	49.51	0.84	1	52.27
6	45.16	48.07	48.31	47.17	0.24	-0.9	52.27
5	44.94	46.99	47.97	47.18	0.98	0.19	52.27
4	43.31	46.35	46.73	46.74	0.38	0.39	52.27
3	43.36	46.3	46.78	46.79	0.48	0.49	52.27
2	41.75	44.77	44.7	44.55	-0.07	-0.22	52.27
1.6	38.5	40.43	40.78	40.92	0.35	0.49	52.27
1.5	36.25	37.18	38.64	38.51	1.46	1.33	52.27

1.4	35.8	36.87	38.52	38.64	1.65	1.77	52.27
1.3	34.42	38	36.17	35.91	-1.83	-2.09	52.27
1.2	34.48	38	36.23	35.97	-1.77	-2.03	52.27
1.1	34.11	38	35.86	35.6	-2.14	-2.4	52.27
1	33.83	38	38.43	38.43	0.43	0.43	52.27

Tab. 1.2: *Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=100$ anni, Alveo Spirito Santo*

T 300 ANNI

N.sez. Hec Ras	h fondo	tirante	sponda sx	sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
194	182	182.57	184.86	185.83	2.29	3.26	11.15
193	180.05	180.61	185.09	183.79	4.48	3.18	11.15
192	178.31	178.9	180.2	180.49	1.3	1.59	11.15
191	176.95	177.49	178.27	179.84	0.78	2.35	11.15
190	174.48	175.12	176.81	176.86	1.69	1.74	11.15
189	172.49	173.31	174.25	174.4	0.94	1.09	11.15
188	170.64	171.24	172.05	172.85	0.81	1.61	11.15
187	167.4	168.04	169.93	170.65	1.89	2.61	11.15
186	165.57	166.13	168.1	168.82	1.97	2.69	11.15
185	163.44	163.93	168.19	168.56	4.26	4.63	11.15
184	161.93	162.77	165.72	167.01	2.95	4.24	11.15
183	160.17	160.76	161.99	163.73	1.23	2.97	11.15
182	158.11	158.85	160.26	159.58	1.41	0.73	11.15
181	157.64	158.51	159.96	158.53	1.45	0.02	11.15
180	156.74	157.29	159.06	157.63	1.77	0.34	11.15
179	155.09	155.52	159.06	157.48	3.54	1.96	11.15
178.1	Bridge						
178	154.7	155.24	157.35	157.3	2.11	2.06	11.15
177.1	Bridge						
177	153	153.92	157.6	157.94	3.68	4.02	11.15
176	150.99	151.91	156	156.06	4.09	4.15	11.15
175	150.22	151.19	158.8	153.98	7.61	2.79	26.61
174	148.74	149.47	152.29	151.59	2.82	2.12	26.61
173	148.2	148.84	151.75	151.05	2.91	2.21	26.61
172	147.83	148.54	151.49	150.95	2.95	2.41	26.61
171	145.48	146.74	149.58	150.26	2.84	3.52	26.61
170	144.9	146.15	148.91	150	2.76	3.85	26.61
169	145.2	146.03	148.72	149.8	2.69	3.77	26.61
168	144.02	145.32	145.99	147	0.67	1.68	26.61
167	143.7	145.15	145.85	146.31	0.7	1.16	26.61
166	142.98	145.2	144.37	145.81	-0.83	0.61	26.61

165	143.04	145.19	144.43	145.87	-0.76	0.68	26.61
164	143.15	144.26	144.94	146.51	0.68	2.25	26.61
163	142.51	143.18	144.3	145.87	1.12	2.69	26.61
162	141.22	142	141.61	146.1	-0.39	4.1	26.61
161.1	Bridge						
161	141.1	141.98	141.49	145.98	-0.49	4	26.61
160.1	Bridge						
160	140.01	141.01	142.39	144.35	1.38	3.34	26.61
159	138.86	139.74	141.53	140.77	1.79	1.03	26.61
158	137.8	138.56	140.88	139.41	2.32	0.85	26.61
157	136.83	137.43	139.91	138.44	2.48	1.01	26.61
156.1	Bridge				0	0	
156	136.1	138.1	140.44	140.54	2.34	2.44	26.61
155.1	Bridge				0	0	
155	136.09	138.08	139.85	138.55	1.77	0.47	26.61
154	135.72	138.1	139.48	138.18	1.38	0.08	26.61
153	135.8	137.25	140.09	138.2	2.84	0.95	26.61
152	134.95	135.98	139.24	137.35	3.26	1.37	26.61
151	134.86	136.66	138.26	137.19	1.6	0.53	26.61
150	134.42	136.69	137.82	136.75	1.13	0.06	26.61
149	134.42	135.95	138.43	137.47	2.48	1.52	26.61
148	133.71	134.97	137.72	136.76	2.75	1.79	31.66
147	133.62	134.58	136.37	136.09	1.79	1.51	31.66
146	132.85	133.82	135.6	135.32	1.78	1.5	31.66
145	132.23	133.27	134.92	134.73	1.65	1.46	31.66
144	131.52	133.35	134.21	134.02	0.86	0.67	31.66
143	131.32	133.36	134.01	133.82	0.65	0.46	31.66
142	130.65	132.92	133.95	133.76	1.03	0.84	31.66
141	130.49	132.93	133.49	133.29	0.56	0.36	31.66
140	130.2	132.77	133.45	133.28	0.68	0.51	31.66
139	130.23	130.9	132.86	132.56	1.96	1.66	31.66
138	129.4	130.29	132.03	131.73	1.74	1.44	31.66
137	128.19	129.93	130.55	130.28	0.62	0.35	31.66
136	127.28	129.67	129.6	129.59	-0.07	-0.08	31.66
135.1	Bridge				0	0	

135	127.2	129.59	129.52	129.51	-0.07	-0.08	31.66
134.1	Bridge				0	0	
134	126.12	127.2	129.1	130.04	1.9	2.84	31.66
133	124.48	125.3	126.38	126.5	1.08	1.2	31.66
132	123.73	124.88	126.35	126.5	1.47	1.62	31.66
131	122.91	124.5	124.66	125.03	0.16	0.53	31.66
130	122.6	124.33	124.57	124.97	0.24	0.64	31.66
129	122.41	123.37	124.27	124.42	0.9	1.05	31.66
128	121.53	123.2	123.39	123.54	0.19	0.34	31.66
127	121.09	122.31	123.31	123.51	1	1.2	31.66
126	120.49	121.52	123.23	123.47	1.71	1.95	31.66
125	120.17	121.44	121.99	122.15	0.55	0.71	31.66
124	119.26	121.04	121	120.89	-0.04	-0.15	31.66
123	119.36	120.57	121.94	122.13	1.37	1.56	31.66
122	118.24	118.97	120.82	121.01	1.85	2.04	31.66
121	117.54	118.37	119.75	120	1.38	1.63	31.66
120	116.92	117.94	119.65	119.9	1.71	1.96	31.66
119	116.5	117.31	119.55	119.81	2.24	2.5	31.66
118	115.55	116.72	117.7	118.08	0.98	1.36	31.66
117	114.93	116.09	116.75	117.04	0.66	0.95	31.66
116	114.1	115.22	116.2	116	0.98	0.78	31.66
115	113.26	114.72	115.7	115.98	0.98	1.26	31.66
114	113.18	114.23	115.75	115.95	1.52	1.72	31.66
113	113.01	114.45	115.96	115.66	1.51	1.21	31.66
112	112.5	113.67	115.45	115.15	1.78	1.48	31.66
111	111.6	113.9	113.6	114.66	-0.3	0.76	31.66
110	111.3	113.12	113.6	114.64	0.48	1.52	31.66
109	110.98	113.18	113.6	114.61	0.42	1.43	31.66
108	110.98	113.29	112.9	114.27	-0.39	0.98	31.66
107	110.57	112.38	112.44	113.4	0.06	1.02	31.66
106	108.74	110.88	111.61	111.94	0.73	1.06	31.66
105	107.98	108.83	110.55	110.81	1.72	1.98	31.66
104	106.44	107.69	109.5	109.54	1.81	1.85	31.66
103	105.72	106.79	107.49	108.36	0.7	1.57	31.66
102	105.28	106.61	106.51	106.53	-0.1	-0.08	31.66

101	105.13	106.31	106.82	107.76	0.51	1.45	31.66
100	103.33	104.04	105.02	105.96	0.98	1.92	31.66
99	101.26	103.66	103.44	104.36	-0.22	0.7	31.66
98	101.65	103.12	103.93	104.86	0.81	1.74	31.66
97	101.12	102.17	103.4	104.33	1.23	2.16	31.66
96	101.08	102.17	103.36	104.29	1.19	2.12	31.66
95	100.58	102.27	102.46	103.47	0.19	1.2	31.66
94	99.75	101.18	102.33	103.37	1.15	2.19	31.66
93	99.55	100.53	102.23	103.29	1.7	2.76	31.66
92	99.11	100.59	101.63	102.82	1.04	2.23	31.66
91	98.78	99.91	101.3	102.49	1.39	2.58	31.66
90	98.62	100	101.14	102.33	1.14	2.33	31.66
89	98.06	99.36	99.91	101.22	0.55	1.86	31.66
88	97.02	98.56	99	100.12	0.44	1.56	31.66
87	96.55	97.92	99	100.1	1.08	2.18	31.66
86	96.3	97.32	98.9	100	1.58	2.68	31.66
85	95.69	96.87	97.11	98.99	0.24	2.12	31.66
84	95.09	96.92	96.42	97.85	-0.5	0.93	31.66
83	94.84	96.23	96.42	97.85	0.19	1.62	31.66
82	93.88	96.1	97.6	96.47	1.5	0.37	31.66
81	94.18	95.68	97.9	96.77	2.22	1.09	31.66
80	93.39	94.43	97.11	95.98	2.68	1.55	31.66
79	92.33	94.18	95.63	94.79	1.45	0.61	31.66
78	91.76	93.84	93.42	93.65	-0.42	-0.19	35.33
77	91.1	92.83	93.26	93.65	0.43	0.82	35.33
76	90.98	92.48	92.93	94.15	0.45	1.67	35.33
75	90.8	92.29	92.69	94.1	0.4	1.81	35.33
74	91	92.33	93.13	93.96	0.8	1.63	35.33
73	90.48	91.45	92.61	93.44	1.16	1.99	35.33
72	90.43	91.76	92.56	93.39	0.8	1.63	35.33
71	89.24	90.66	91.34	92.4	0.68	1.74	35.33
70	88.56	89.68	90.39	91.41	0.71	1.73	35.33
69	87.34	88.41	89.42	90.45	1.01	2.04	35.33
68	87.14	88.48	89.22	90.25	0.74	1.77	35.33
67	86.91	88.26	89.22	90.25	0.96	1.99	35.33

66	86.28	88.17	88.4	89.17	0.23	1	35.33
65	85.81	88	88.4	88.15	0.4	0.15	35.33
64	85.49	88.15	87.52	87.71	-0.63	-0.44	35.33
63	86.04	87.87	88.07	88.26	0.2	0.39	35.33
62	85.59	87.98	87.62	87.81	-0.36	-0.17	35.33
61	85.6	86.54	88.29	88.16	1.75	1.62	35.33
60	84.84	85.59	87.53	87.4	1.94	1.81	35.33
59	84.63	85.76	87.32	87.19	1.56	1.43	35.33
58	82.83	85.21	86.18	86.09	0.97	0.88	35.33
57	82.69	84.85	86.04	85.95	1.19	1.1	52.24
56	82.2	84.27	84.65	85.2	0.38	0.93	52.24
55	81.5	84.27	83.79	83.7	-0.48	-0.57	52.24
54	81.56	84.26	83.85	83.76	-0.41	-0.5	52.24
53	81.91	84.22	84.2	84.11	-0.02	-0.11	52.24
52	79.96	82.1	82.49	83.18	0.39	1.08	52.24
51	79.3	82.09	81.73	81.81	-0.36	-0.28	56.27
50	78.99	81.15	82.3	82.11	1.15	0.96	56.27
49	77.95	79.59	81.26	81.07	1.67	1.48	56.27
48	77.76	80.36	79.9	79.91	-0.46	-0.45	56.27
47	77.72	80.34	79.86	79.87	-0.48	-0.47	56.27
46	75.76	77.74	78.83	78.71	1.09	0.97	56.27
45	75.74	77.66	79.34	79.36	1.68	1.7	56.27
44	74.76	76.34	78.36	78.38	2.02	2.04	56.27
43	74.82	76.94	78.42	78.44	1.48	1.5	56.27
42	72.69	74.41	76.29	76.31	1.88	1.9	56.27
41	72.35	73.92	75.95	75.97	2.03	2.05	56.27
40	72.35	75.14	75.95	75.97	0.81	0.83	56.27
39	72.43	75.4	75.33	75.34	-0.07	-0.06	56.27
38	72.25	75.39	75.15	75.16	-0.24	-0.23	56.27
37	71.06	72.78	75.12	75.12	2.34	2.34	56.27
36	67.74	70.66	71.34	71.34	0.68	0.68	56.27
35	67.38	68.7	71	70.75	2.3	2.05	56.27
34	66.98	69.3	70.73	70.45	1.43	1.15	56.27
33	66.8	69.24	70.23	70.23	0.99	0.99	56.27
32	65.26	66.7	68.61	69.04	1.91	2.34	56.27

31	63.39	66.25	67	67.08	0.75	0.83	56.27
30	61.57	63.33	64.44	64.54	1.11	1.21	56.27
29	59.94	61.95	62.83	62.84	0.88	0.89	56.27
28	59.08	61.01	61.2	61.63	0.19	0.62	56.27
27	57.24	59.61	59.36	59.79	-0.25	0.18	56.27
26	57.26	59.57	59.38	59.81	-0.19	0.24	56.27
25	56.63	59.65	58.75	59.18	-0.9	-0.47	56.27
24.1	Bridge				0	0	
24	56.8	58.84	60.15	60.15	1.31	1.31	64.23
23.1	Bridge				0	0	
23	54.83	58.43	58.42	58.38	-0.01	-0.05	64.23
22	53.41	57.01	57.03	57.01	0.02	0	64.23
21	53.41	56.79	56.3	56.35	-0.49	-0.44	64.23
20	52.81	56.06	56.23	56.33	0.17	0.27	64.23
19	51.82	54.33	54.23	54.23	-0.1	-0.1	64.23
18	50.28	53.92	53.41	53.42	-0.51	-0.5	64.23
17	49.67	52.68	52.51	52.3	-0.17	-0.38	64.23
16	48.94	51.87	52.28	52.28	0.41	0.41	64.23
15	49	52.09	51.6	51.74	-0.49	-0.35	64.23
14	48.85	50.46	51.26	52.19	0.8	1.73	64.23
13	48.28	51.51	50.69	51.62	-0.82	0.11	64.23
12	48.33	51.17	51	50.99	-0.17	-0.18	64.23
11.1	Bridge				0	0	
11	47.91	50.88	50.9	50.86	0.02	-0.02	64.23
10	47.17	50.5	49.41	49.53	-1.09	-0.97	64.23
9	47.46	50.5	49.7	49.82	-0.8	-0.68	64.23
8	46.72	49.93	49.68	49.78	-0.25	-0.15	64.23
7	46.07	49.17	49.35	49.51	0.18	0.34	64.23
6	45.16	48.23	48.31	47.17	0.08	-1.06	64.23
5	44.94	47.81	47.97	47.18	0.16	-0.63	64.23
4	43.31	46.86	46.73	46.74	-0.13	-0.12	64.23
3	43.36	46.86	46.78	46.79	-0.08	-0.07	64.23
2	41.75	44.08	44.7	44.55	0.62	0.47	64.23
1.6	38.5	40.71	40.78	40.92	0.07	0.21	64.23
1.5	36.25	37.32	38.64	38.51	1.32	1.19	64.23

1.4	35.8	37	38.52	38.64	1.52	1.64	64.23
1.3	34.42	37.99	36.17	35.91	-1.82	-2.08	64.23
1.2	34.48	37.99	36.23	35.97	-1.76	-2.02	64.23
1.1	34.11	37.99	35.86	35.6	-2.13	-2.39	64.23
1	33.83	38	38.43	38.43	0.43	0.43	64.23

Tab. 1.3: *Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=300$ Spirito Santo*

T 20 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
19	191.22	191.55	197.81	193.44	6.26	1.89	7.21
18	188.27	188.6	189.78	189.95	1.18	1.35	7.21
17	185.63	185.92	187.15	186.75	1.23	0.83	7.21
16	183.56	183.91	185.58	184.63	1.67	0.72	7.21
15.1	182.85	183.23	184.87	183.92	1.64	0.69	7.21
15	181.36	181.9	182.85	183.52	0.95	1.62	7.21
14	179.04	179.56	180.8	180.2	1.24	0.64	7.21
13.1	177.67	178.21	179.43	178.83	1.22	0.62	7.21
13	176.86	177.25	178.66	177.47	1.41	0.22	7.21
12	174.01	174.63	174.92	176.22	0.29	1.59	7.21
11.2	173.03	173.31	175.16	175.27	1.85	1.96	7.21
11.1	172.76	173.16	174.89	175	1.73	1.84	7.21
11	171.52	171.8	173.65	173.76	1.85	1.96	7.21
10.1	169.39	170.04	171.79	171.39	1.75	1.35	7.21
10	168.34	169.08	170.74	170.34	1.66	1.26	7.21
9	166.09	166.95	168.61	168.59	1.66	1.64	7.21
8	164.61	165.03	166.07	166.65	1.04	1.62	7.21
7	161.5	162.01	162.8	164.91	0.79	2.9	7.21
6.2	160.36	161.11	162.22	161.63	1.11	0.52	7.21
6.1	158.72	159.27	160.58	159.99	1.31	0.72	7.21
6	158.14	158.87	160	159.41	1.13	0.54	7.21
5	156.61	157.23	158.4	158.63	1.17	1.4	7.21
4	153.85	154.72	157.63	157.91	2.91	3.19	7.21
3.3	Bridge				0	0	
3.2	153.56	154.72	157.63	157.91	2.91	3.19	7.21
3.1	153.54	154.34	155.09	155.22	0.75	0.88	7.21
3	152.92	153.91	154.47	154.6	0.56	0.69	7.21
2.2	152.84	153.64	154.39	154.52	0.75	0.88	7.21
2.1	152.79	153.08	156.74	156.84	3.66	3.76	7.21
2	152.14	152.56	155.91	154.91	3.35	2.35	7.21
1.3	Bridge				0	0	

1.2	150.93	151.23	154.88	154.91	3.65	3.68	7.21
1.1	150.32	150.66	154.27	154.37	3.61	3.71	7.21
1	150.22	150.9	158.8	153.98	7.9	3.08	7.21

Tab. 1.4: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=20$ Amendolare

T 100 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
19	191.22	191.61	197.81	193.44	6.2	1.83	10.37
18	188.27	188.67	189.78	189.95	1.11	1.28	10.37
17	185.63	185.98	187.15	186.75	1.17	0.77	10.37
16	183.56	183.97	185.58	184.63	1.61	0.66	10.37
15.1	182.85	183.3	184.87	183.92	1.57	0.62	10.37
15	181.36	181.97	182.85	183.52	0.88	1.55	10.37
14	179.04	179.63	180.8	180.2	1.17	0.57	10.37
13.1	177.67	178.29	179.43	178.83	1.14	0.54	10.37
13	176.86	177.3	178.66	177.47	1.36	0.17	10.37
12	174.01	174.74	174.92	176.22	0.18	1.48	10.37
11.2	173.03	173.35	175.16	175.27	1.81	1.92	10.37
11.1	172.76	173.25	174.89	175	1.64	1.75	10.37
11	171.52	171.85	173.65	173.76	1.8	1.91	10.37
10.1	169.39	170.1	171.79	171.39	1.69	1.29	10.37
10	168.34	169.17	170.74	170.34	1.57	1.17	10.37
9	166.09	167.04	168.61	168.59	1.57	1.55	10.37
8	164.61	165.09	166.07	166.65	0.98	1.56	10.37
7	161.5	162.07	162.8	164.91	0.73	2.84	10.37
6.2	160.36	161.19	162.22	161.63	1.03	0.44	10.37
6.1	158.72	159.41	160.58	159.99	1.17	0.58	10.37
6	158.14	158.95	160	159.41	1.05	0.46	10.37
5	156.61	157.31	158.4	158.63	1.09	1.32	10.37
4	153.85	155.04	157.63	157.91	2.59	2.87	10.37
3.3	Bridge				0	0	
3.2	153.56	155.03	157.63	157.91	2.6	2.88	10.37
3.1	153.54	154.54	155.09	155.22	0.55	0.68	10.37
3	152.92	154.15	154.47	154.6	0.32	0.45	10.37
2.2	152.84	153.84	154.39	154.52	0.55	0.68	10.37
2.1	152.79	153.14	156.74	156.84	3.6	3.7	10.37
2	152.14	152.63	155.91	154.91	3.28	2.28	10.37
1.3	Bridge				0	0	

1.2	150.93	151.35	154.88	154.91	3.53	3.56	10.37
1.1	150.32	150.74	154.27	154.37	3.53	3.63	10.37
1	150.22	151.07	158.8	153.98	7.73	2.91	10.37

Tab. 1.5: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=100$ Amendolare

T 300 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
19	191.22	191.65	197.81	193.44	6.16	1.79	12.74
18	188.27	188.71	189.78	189.95	1.07	1.24	12.74
17	185.63	186.01	187.15	186.75	1.14	0.74	12.74
16	183.56	184.01	185.58	184.63	1.57	0.62	12.74
15.1	182.85	183.34	184.87	183.92	1.53	0.58	12.74
15	181.36	182.01	182.85	183.52	0.84	1.51	12.74
14	179.04	179.68	180.8	180.2	1.12	0.52	12.74
13.1	177.67	178.34	179.43	178.83	1.09	0.49	12.74
13	176.86	177.34	178.66	177.47	1.32	0.13	12.74
12	174.01	174.8	174.92	176.22	0.12	1.42	12.74
11.2	173.03	173.38	175.16	175.27	1.78	1.89	12.74
11.1	172.76	173.31	174.89	175	1.58	1.69	12.74
11	171.52	171.88	173.65	173.76	1.77	1.88	12.74
10.1	169.39	170.14	171.79	171.39	1.65	1.25	12.74
10	168.34	169.23	170.74	170.34	1.51	1.11	12.74
9	166.09	167.1	168.61	168.59	1.51	1.49	12.74
8	164.61	165.13	166.07	166.65	0.94	1.52	12.74
7	161.5	162.11	162.8	164.91	0.69	2.8	12.74
6.2	160.36	161.25	162.22	161.63	0.97	0.38	12.74
6.1	158.72	159.45	160.58	159.99	1.13	0.54	12.74
6	158.14	159	160	159.41	1	0.41	12.74
5	156.61	157.36	158.4	158.63	1.04	1.27	12.74
4	153.85	155.25	157.63	157.91	2.38	2.66	12.74
3.3	Bridge				0	0	
3.2	153.56	155.24	157.63	157.91	2.39	2.67	12.74
3.1	153.54	154.69	155.09	155.22	0.4	0.53	12.74
3	152.92	154.32	154.47	154.6	0.15	0.28	12.74

2.2	152.84	153.99	154.39	154.52	0.4	0.53	12.74
2.1	152.79	153.18	156.74	156.84	3.56	3.66	12.74
2	152.14	152.68	155.91	154.91	3.23	2.23	12.74
1.3	Bridge				0	0	
1.2	150.93	151.4	154.88	154.91	3.48	3.51	12.74
1.1	150.32	150.78	154.27	154.37	3.49	3.59	12.74
1	150.22	151.19	158.8	153.98	7.61	2.79	12.74

Tab. 1.6: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=300$ Amendolare

T 20 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
30	143.34	144.07	147.86	145.48	3.79	1.41	5.46
29	142.65	143.46	143.71	143.34	0.25	-0.12	5.46
28	140.3	141.42	143.35	143.35	1.93	1.93	5.46
27.1	Bridge				0	0	
27	140.16	141.42	143.21	143.21	1.79	1.79	5.46
26	140.31	141.14	142.17	142.37	1.03	1.23	5.46
25	136.65	137.26	138.51	138.71	1.25	1.45	5.46
24	132.76	133.44	135.33	135.2	1.89	1.76	5.46
23	132.67	133.59	135.24	135.11	1.65	1.52	5.46
22	130.36	131.01	133.09	133.29	2.08	2.28	5.46
21	127.39	128.15	129.7	129.23	1.55	1.08	5.46
20	126.19	127.6	127.55	127.58	-0.05	-0.02	5.46
19.1	Bridge	127.64	127.2	127.2	-0.44	-0.44	
19	125.99	127.43	127.35	127.38	-0.08	-0.05	5.46
18	121.82	122.4	124.44	124.04	2.04	1.64	5.46
17	119.13	121.2	121.36	120.6	0.16	-0.6	5.46
16.1	Culvert				0	0	
16	113.15	114.43	115.02	115.02	0.59	0.59	5.46
15.1	Culvert				0	0	
15	112.91	113.91	114.61	114.51	0.7	0.6	5.46
14	112.74	113.53	113.99	114.26	0.46	0.73	5.46
13	112.12	113.1	113.37	113.64	0.27	0.54	5.46
12	109.36	109.96	110.71	109.96	0.75	0	5.46
11	103.8	104.56	104.59	104.56	0.03	0	5.46
10	102.25	102.9	102.89	103.1	-0.01	0.2	5.46
9	100.71	101.7	101.89	101.76	0.19	0.06	5.46
8	99.69	100.45	100.44	100.44	-0.01	-0.01	5.46
7.1	Bridge	100.44	100.15	100.15	-0.29	-0.29	
7	99.36	100.11	100.11	100.11	0	0	5.46
6	98.64	99.58	99.8	99.83	0.22	0.25	5.46
5.1	Culvert	97.81	97.73	97.73	-0.08	-0.08	

4.1	96.18	97.61	99.81	98.15	2.2	0.54	5.46
4.01	Culvert				0	0	
4	93	93.43	96.63	94.97	3.2	1.54	5.46
3.1	Culvert				0	0	
3	92.2	93.01	92.43	92.47	-0.58	-0.54	5.46
2	92.2	92.82	93.85	94.09	1.03	1.27	5.46
1	91.76	92.87	93.41	93.65	0.54	0.78	5.46

Tab. 1.7: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=20$ Pomentella

T 100 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superfici e idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
30	143.34	144.22	147.86	145.48	3.64	1.26	7.86
29	142.65	143.54	143.71	143.34	0.17	-0.2	7.86
28	140.3	141.67	143.35	143.35	1.68	1.68	7.86
27.1	Bridge				0	0	
27	140.16	141.65	143.21	143.21	1.56	1.56	7.86
26	140.31	141.33	142.17	142.37	0.84	1.04	7.86
25	136.65	137.41	138.51	138.71	1.1	1.3	7.86
24	132.76	133.59	135.33	135.2	1.74	1.61	7.86
23	132.67	133.78	135.24	135.11	1.46	1.33	7.86
22	130.36	131.14	133.09	133.29	1.95	2.15	7.86
21	127.39	128.32	129.7	129.23	1.38	0.91	7.86
20	126.19	127.65	127.55	127.58	-0.1	-0.07	7.86
19.1	Bridge	127.66	127.2	127.2	-0.46	-0.46	
19	125.99	127.47	127.35	127.38	-0.12	-0.09	7.86
18	121.82	122.53	124.44	124.04	1.91	1.51	7.86
17	119.13	120.82	121.36	120.6	0.54	-0.22	7.86
16.1	Culvert	120.82			0	0	
16	113.15	114.79	115.02	115.02	0.23	0.23	7.86
15.1	Culvert				0	0	
15	112.91	114.16	114.61	114.51	0.45	0.35	7.86
14	112.74	113.79	113.99	114.26	0.2	0.47	7.86
13	112.12	113.55	113.37	113.64	-0.18	0.09	7.86
12	109.36	109.96	110.71	109.96	0.75	0	7.86
11	103.8	104.63	104.59	104.56	-0.04	-0.07	7.86
10	102.25	102.9	102.89	103.1	-0.01	0.2	7.86
9	100.71	101.77	101.89	101.76	0.12	-0.01	7.86
8	99.69	100.45	100.44	100.44	-0.01	-0.01	7.86
7.1	Bridge	100.44	100.15	100.15	-0.29	-0.29	
7	99.36	100.11	100.11	100.11	0	0	7.86
6	98.64	99.8	99.8	99.83	0	0.03	7.86

5.1	Culvert	98.28	97.73	97.73	-0.55	-0.55	
5	96.2	98.28	97.61	97.42	-0.67	-0.86	7.86
4.1	96.18	98.03	99.81	98.15	1.78	0.12	7.86
4.01	Culvert				0	0	
4	93	94.85	96.63	94.97	1.78	0.12	7.86
3.1	Culvert				0	0	
3	92.2	93.49	92.43	92.47	-1.06	-1.02	7.86
2	92.2	93.43	93.85	94.09	0.42	0.66	7.86
1	91.76	93.45	93.41	93.65	-0.04	0.2	7.86

Tab. 1.8: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=100$ Pomentella

T 300 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
30	143.34	144.31	147.86	145.48	3.55	1.17	9.66
29	142.65	143.56	143.71	143.34	0.15	-0.22	9.66
28	140.3	141.85	143.35	143.35	1.5	1.5	9.66
27.1	Bridge				0	0	
27	140.16	141.79	143.21	143.21	1.42	1.42	9.66
26	140.31	141.47	142.17	142.37	0.7	0.9	9.66
25	136.65	137.51	138.51	138.71	1	1.2	9.66
24	132.76	133.69	135.33	135.2	1.64	1.51	9.66
23	132.67	133.92	135.24	135.11	1.32	1.19	9.66
22	130.36	131.23	133.09	133.29	1.86	2.06	9.66
21	127.39	128.43	129.7	129.23	1.27	0.8	9.66
20	126.19	127.66	127.55	127.58	-0.11	-0.08	9.66
19.1	Bridge	127.49	127.2	127.2	-0.29	-0.29	
19	125.99	127.49	127.35	127.38	-0.14	-0.11	9.66
18	121.82	122.61	124.44	124.04	1.83	1.43	9.66
17	119.13	120.9	121.36	120.6	0.46	-0.3	9.66
16.1	Culvert	120.9			-0.19	-0.19	
16	113.15	115.04	115.02	115.02	-0.02	-0.02	9.66
15.1	Culvert				0	0	
15	112.91	114.32	114.61	114.51	0.29	0.19	9.66
14	112.74	113.97	113.99	114.26	0.02	0.29	9.66
13	112.12	113.35	113.37	113.64	0.02	0.29	9.66
12	109.36	109.96	110.71	109.96	0.75	0	9.66
11	103.8	104.59	104.59	104.56	0	-0.03	9.66
10	102.25	102.9	102.89	103.1	-0.01	0.2	9.66
9	100.71	101.77	101.89	101.76	0.12	-0.01	9.66
8	99.69	100.45	100.44	100.44	-0.01	-0.01	9.66
7.1	Bridge	100.44	100.15	100.15	-0.29	-0.29	
7	99.36	100.12	100.11	100.11	-0.01	-0.01	9.66
6	98.64	99.83	99.8	99.83	-0.03	0	9.66
5.1	Culvert	98.55	97.73	97.73	-0.82	-0.82	

5	96.2	98.55	97.61	97.42	-0.94	-1.13	9.66
4.1	96.18	98.27	99.81	98.15	1.54	-0.12	9.66
4.01	Culvert	98.27			-0.56	-0.56	
4	93	94.87	96.63	94.97	1.76	0.1	9.66
3.1	Culvert				0	0	
3	92.2	93.86	92.43	92.47	-1.43	-1.39	9.66
2	92.2	93.82	93.85	94.09	0.03	0.27	9.66
1	91.76	93.84	93.41	93.65	-0.43	-0.19	9.66

Tab. 1.9: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=300$ Pomentella

T 20 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
119	193.84	194.29	199.29	200	5	5.71	6.77
118	190.88	191.52	195.02	195.02	3.5	3.5	6.77
117	188.35	188.97	191.82	190.98	2.85	2.01	6.77
116	186.44	186.88	190.02	188.6	3.14	1.72	6.77
115	184.19	184.53	186.9	186.05	2.37	1.52	6.77
114	182.41	182.75	184.86	185.29	2.11	2.54	6.77
113	181.1	181.51	183.55	183.98	2.04	2.47	6.77
112	178.9	179.26	180.56	181.35	1.3	2.09	6.77
111	175.72	176.06	177.9	179.3	1.84	3.24	6.77
110	174.03	174.4	176.34	177.35	1.94	2.95	6.77
109	172.4	172.87	174.9	176.08	2.03	3.21	6.77
108	170.29	170.77	174.55	172.6	3.78	1.83	6.77
107	169.6	170.11	171.25	171.79	1.14	1.68	6.77
106	168.03	168.42	169.68	170.22	1.26	1.8	6.77
105	165.69	166.17	168.93	168.11	2.76	1.94	6.77
104	164.3	165.49	166.65	167.79	1.16	2.3	8.21
103	163.33	164.73	166.65	167.81	1.92	3.08	8.21
102	161.06	161.67	162.83	165.43	1.16	3.76	8.21
101	160.57	161.44	162.83	165.43	1.39	3.99	8.21
100	159.29	159.85	161.05	163.76	1.2	3.91	8.21
99	158.9	159.42	160.66	163.37	1.24	3.95	8.21
98	158.33	158.82	160.09	162.8	1.27	3.98	8.21
97	157.98	158.51	159.74	162.45	1.23	3.94	8.21
96	157.91	158.08	160.38	163.66	2.3	5.58	8.21
95	156.9	157.19	159.37	162.65	2.18	5.46	8.21
94	155.98	156.2	158.45	161.73	2.25	5.53	8.21
93	154.3	154.6	156.77	160.05	2.17	5.45	8.21
92	152.29	152.64	154.14	156.69	1.5	4.05	8.21
91	149.61	150.18	152.01	153.5	1.83	3.32	8.21
90	146	146.71	149.4	148.03	2.69	1.32	8.21
89	144.25	144.91	147.02	146.06	2.11	1.15	8.21

88	143.31	143.99	146.08	145.12	2.09	1.13	8.21
87	141.22	142.88	143.91	143.82	1.03	0.94	8.21
86	140.05	142.13	143.81	141.6	1.68	-0.53	8.21
85	140.61	142.01	144.37	144.16	2.36	2.15	8.21
84	140.8	141.35	143.01	143.4	1.66	2.05	8.21
83	137.95	138.64	139.8	141.25	1.16	2.61	8.21
82	135.7	136.04	138.8	138.88	2.76	2.84	8.21
81	134.32	134.75	136.62	137.37	1.87	2.62	8.21
80	132.67	133.11	134.79	135.59	1.68	2.48	8.21
79	130.5	131	136.51	136.89	5.51	5.89	8.21
78	128.79	129.31	135.55	133.58	6.24	4.27	8.21
77	127.33	127.81	133.1	130.29	5.29	2.48	8.21
76	126.25	126.72	127.89	128.64	1.17	1.92	8.21
75	125.64	126	127.89	128.5	1.89	2.5	8.21
74	125.6	126.01	127.76	127.76	1.75	1.75	8.21
73	125.53	126	128.31	128.42	2.31	2.42	8.21
72	125.16	125.51	127.94	128.05	2.43	2.54	8.21
71.1	Bridge				0	0	
71	123.47	124.7	126.25	126.36	1.55	1.66	8.21
70	123.46	123.78	124.26	124.96	0.48	1.18	8.21
69	122.53	122.95	123.33	124.03	0.38	1.08	8.21
68	120.56	121.05	122.05	122.3	1	1.25	8.21
67	119.05	119.54	120.86	120.44	1.32	0.9	8.21
66	117.55	118.41	119.89	119.99	1.48	1.58	8.21
65	116.89	117.83	119.23	119.33	1.4	1.5	8.21
64	116.82	117.24	120.17	118.53	2.93	1.29	8.21
63	115.75	116.17	119.1	117.46	2.93	1.29	8.21
62	113.94	114.33	117.9	116.03	3.57	1.7	8.21
61	112.24	112.67	116.35	114.2	3.68	1.53	8.21
60	110.45	110.95	114.77	113.1	3.82	2.15	8.21
59	108.36	108.76	110.4	110.06	1.64	1.3	8.21
58	106.7	107.27	109.01	109.01	1.74	1.74	8.21
57	106.12	107.03	108.19	108.09	1.16	1.06	8.21
56	106.09	106.79	108.16	108.06	1.37	1.27	8.21
55	105.38	105.83	107.45	107.35	1.62	1.52	8.21

54	103.77	104.35	105.87	105.9	1.52	1.55	8.21
53	102.52	103.09	104.51	104.63	1.42	1.54	8.21
52	101.39	102.1	103.1	103.86	1	1.76	8.21
51	100.15	100.74	101.82	101.47	1.08	0.73	8.21
50	99.09	99.71	100.76	100.41	1.05	0.7	8.21
49	98.31	98.72	99.99	99.4	1.27	0.68	8.21
48	98.15	98.73	99.7	99.36	0.97	0.63	8.21
47	96.9	97.3	99.62	99.36	2.32	2.06	8.21
46.1	96.5	96.74	98.9	98.9	2.16	2.16	8.21
46.01	Bridge				0	0	
46	96.5	96.83	98.9	98.9	2.07	2.07	8.21
45	95.96	96.63	100.83	100.53	4.2	3.9	10.09
44	95.87	96.56	100.74	100.44	4.18	3.88	10.09
43	94.7	96.22	99.57	99.27	3.35	3.05	10.09
42	94.69	96.22	99.56	99.26	3.34	3.04	10.09
41	94.7	96.21	99.57	99.27	3.36	3.06	10.09
40	94.41	95.18	99.28	98.98	4.1	3.8	10.09
39	93.59	94.27	96.49	96.63	2.22	2.36	10.09
38	93.59	94.63	96.49	96.63	1.86	2	10.09
37	93.3	94.17	96.2	96.34	2.03	2.17	10.09
36	93.22	94.31	96.03	96.03	1.72	1.72	10.09
35	93.15	94.14	95.96	95.96	1.82	1.82	10.09
34	93.28	93.69	94.26	94.83	0.57	1.14	10.09
33	92.85	93.54	94.9	95.17	1.36	1.63	10.09
32	92.41	92.96	94.46	94.73	1.5	1.77	10.09
31	92.49	93.27	94.54	94.81	1.27	1.54	10.09
30	91.95	92.52	94	94.27	1.48	1.75	10.09
29	91.33	92.67	93.02	93.92	0.35	1.25	10.09
28	91.01	92.19	92.7	93.6	0.51	1.41	10.09
27	90.44	91.5	92.13	93.03	0.63	1.53	10.09
26	90.44	91.52	92.13	93.03	0.61	1.51	10.09
25	90.43	91.62	93.4	92.02	1.78	0.4	10.09
24	89.73	90.81	92.7	91.32	1.89	0.51	10.09
23	88.88	90.36	91.85	90.47	1.49	0.11	10.09
22	88.85	90.33	91.82	90.44	1.49	0.11	10.09

21	88.85	90.12	91.82	90.44	1.7	0.32	10.09
20	87.55	89.34	90.52	89.14	1.18	-0.2	10.09
19	88.01	89.09	91.32	90.91	2.23	1.82	10.09
18	87.8	89.12	91.11	90.7	1.99	1.58	10.09
17	87.8	88.88	91.11	90.7	2.23	1.82	10.09
16	86.79	88.31	90.1	89.69	1.79	1.38	10.09
15	86.99	88.07	90.3	89.89	2.23	1.82	10.09
14	86.76	88.05	90.07	89.66	2.02	1.61	10.09
13	86.77	87.85	90.08	89.67	2.23	1.82	10.09
12	86.13	86.99	89.44	89.03	2.45	2.04	10.09
11	85.89	87.46	89.2	88.79	1.74	1.33	10.09
10	85.9	87.43	89.21	88.8	1.78	1.37	10.09
9	86.11	87.19	89.42	89.01	2.23	1.82	10.09
8	85.9	86.82	89.21	88.8	2.39	1.98	10.09
7	84.11	85.72	87.42	87.01	1.7	1.29	10.09
6	84.37	85.45	87.68	87.27	2.23	1.82	10.09
5	83.45	84.27	86.76	86.35	2.49	2.08	10.09
4	83.18	84.21	86.49	86.08	2.28	1.87	10.09
3	82.74	84.16	86.09	86	1.93	1.84	10.09
2	82.78	84.15	86.13	86.04	1.98	1.89	10.09
1	82.69	84.14	86.04	85.95	1.9	1.81	10.09

Tab. 10: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=20$ Sorbo

T 100 ANNI

<i>N.sez. Hec Ras</i>	<i>Quota fondo</i>	<i>Quota superficie idrica</i>	<i>Quota sponda sx</i>	<i>Quota sponda dx</i>	<i>Franco idraulico (m)</i>		<i>Portata (m3/sec)</i>
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
119	193.84	194.38	199.29	200	4.91	5.62	9.74
118	190.88	191.66	195.02	195.02	3.36	3.36	9.74
117	188.35	189.1	191.82	190.98	2.72	1.88	9.74
116	186.44	186.98	190.02	188.6	3.04	1.62	9.74
115	184.19	184.6	186.9	186.05	2.3	1.45	9.74
114	182.41	182.81	184.86	185.29	2.05	2.48	9.74
113	181.1	181.59	183.55	183.98	1.96	2.39	9.74
112	178.9	179.34	180.56	181.35	1.22	2.01	9.74
111	175.72	176.12	177.9	179.3	1.78	3.18	9.74
110	174.03	174.48	176.34	177.35	1.86	2.87	9.74
109	172.4	172.98	174.9	176.08	1.92	3.1	9.74
108	170.29	170.86	174.55	172.6	3.69	1.74	9.74
107	169.6	170.21	171.25	171.79	1.04	1.58	9.74
106	168.03	168.49	169.68	170.22	1.19	1.73	9.74
105	165.69	166.26	168.93	168.11	2.67	1.85	9.74
104	164.3	165.64	166.65	167.79	1.01	2.15	11.81
103	163.33	164.84	166.65	167.81	1.81	2.97	11.81
102	161.06	161.83	162.83	165.43	1	3.6	11.81
101	160.57	161.68	162.83	165.43	1.15	3.75	11.81
100	159.29	160.02	161.05	163.76	1.03	3.74	11.81
99	158.9	159.57	160.66	163.37	1.09	3.8	11.81
98	158.33	158.97	160.09	162.8	1.12	3.83	11.81
97	157.98	158.65	159.74	162.45	1.09	3.8	11.81
96	157.91	158.12	160.38	163.66	2.26	5.54	11.81
95	156.9	157.25	159.37	162.65	2.12	5.4	11.81
94	155.98	156.26	158.45	161.73	2.19	5.47	11.81
93	154.3	154.67	156.77	160.05	2.1	5.38	11.81
92	152.29	152.7	154.14	156.69	1.44	3.99	11.81
91	149.61	150.26	152.01	153.5	1.75	3.24	11.81
90	146	146.91	149.4	148.03	2.49	1.12	11.81
89	144.25	145.02	147.02	146.06	2	1.04	11.81

88	143.31	144.1	146.08	145.12	1.98	1.02	11.81
87	141.22	143.16	143.91	143.82	0.75	0.66	11.81
86	140.05	142.41	143.81	141.6	1.4	-0.81	11.81
85	140.61	142.26	144.37	144.16	2.11	1.9	11.81
84	140.8	141.47	143.01	143.4	1.54	1.93	11.81
83	137.95	138.73	139.8	141.25	1.07	2.52	11.81
82	135.7	136.13	138.8	138.88	2.67	2.75	11.81
81	134.32	134.85	136.62	137.37	1.77	2.52	11.81
80	132.67	133.22	134.79	135.59	1.57	2.37	11.81
79	130.5	131.11	136.51	136.89	5.4	5.78	11.81
78	128.79	129.42	135.55	133.58	6.13	4.16	11.81
77	127.33	127.93	133.1	130.29	5.17	2.36	11.81
76	126.25	126.83	127.89	128.64	1.06	1.81	11.81
75	125.64	126.1	127.89	128.5	1.79	2.4	11.81
74	125.6	126.13	127.76	127.76	1.63	1.63	11.81
73	125.53	126.13	128.31	128.42	2.18	2.29	11.81
72	125.16	125.61	127.94	128.05	2.33	2.44	11.81
71.1	Bridge				0	0	
71	123.47	125.04	126.25	126.36	1.21	1.32	11.81
70	123.46	123.85	124.26	124.96	0.41	1.11	11.81
69	122.53	123.04	123.33	124.03	0.29	0.99	11.81
68	120.56	121.18	122.05	122.3	0.87	1.12	11.81
67	119.05	119.67	120.86	120.44	1.19	0.77	11.81
66	117.55	118.5	119.89	119.99	1.39	1.49	11.81
65	116.89	117.94	119.23	119.33	1.29	1.39	11.81
64	116.82	117.33	120.17	118.53	2.84	1.2	11.81
63	115.75	116.26	119.1	117.46	2.84	1.2	11.81
62	113.94	114.42	117.9	116.03	3.48	1.61	11.81
61	112.24	112.76	116.35	114.2	3.59	1.44	11.81
60	110.45	111.03	114.77	113.1	3.74	2.07	11.81
59	108.36	108.85	110.4	110.06	1.55	1.21	11.81
58	106.7	107.37	109.01	109.01	1.64	1.64	11.81
57	106.12	106.75	108.19	108.09	1.44	1.34	11.81
56	106.09	106.94	108.16	108.06	1.22	1.12	11.81
55	105.38	105.93	107.45	107.35	1.52	1.42	11.81

54	103.77	104.44	105.87	105.9	1.43	1.46	11.81
53	102.52	103.19	104.51	104.63	1.32	1.44	11.81
52	101.39	102.21	103.1	103.86	0.89	1.65	11.81
51	100.15	100.85	101.82	101.47	0.97	0.62	11.81
50	99.09	99.84	100.76	100.41	0.92	0.57	11.81
49	98.31	98.82	99.99	99.4	1.17	0.58	11.81
48	98.15	98.83	99.7	99.36	0.87	0.53	11.81
47	96.9	97.4	99.62	99.36	2.22	1.96	11.81
46.1	96.5	96.82	98.9	98.9	2.08	2.08	11.81
46.01	Bridge				0	0	
46	96.5	96.91	98.9	98.9	1.99	1.99	11.81
45	95.96	96.71	100.83	100.53	4.12	3.82	14.51
44	95.87	96.63	100.74	100.44	4.11	3.81	14.51
43	94.7	96.43	99.57	99.27	3.14	2.84	14.51
42	94.69	96.43	99.56	99.26	3.13	2.83	14.51
41	94.7	96.42	99.57	99.27	3.15	2.85	14.51
40	94.41	95.29	99.28	98.98	3.99	3.69	14.51
39	93.59	94.46	96.49	96.63	2.03	2.17	14.51
38	93.59	94.85	96.49	96.63	1.64	1.78	14.51
37	93.3	94.37	96.2	96.34	1.83	1.97	14.51
36	93.22	94.2	96.03	96.03	1.83	1.83	14.51
35	93.15	94.24	95.96	95.96	1.72	1.72	14.51
34	93.28	93.75	94.26	94.83	0.51	1.08	14.51
33	92.85	93.83	94.9	95.17	1.07	1.34	14.51
32	92.41	93.1	94.46	94.73	1.36	1.63	14.51
31	92.49	93.4	94.54	94.81	1.14	1.41	14.51
30	91.95	92.65	94	94.27	1.35	1.62	14.51
29	91.33	92.84	93.02	93.92	0.18	1.08	14.51
28	91.01	92.52	92.7	93.6	0.18	1.08	14.51
27	90.44	91.64	92.13	93.03	0.49	1.39	14.51
26	90.44	91.65	92.13	93.03	0.48	1.38	14.51
25	90.43	91.74	93.4	92.02	1.66	0.28	14.51
24	89.73	90.93	92.7	91.32	1.77	0.39	14.51
23	88.88	90.57	91.85	90.47	1.28	-0.1	14.51
22	88.85	90.55	91.82	90.44	1.27	-0.11	14.51

21	88.85	90.29	91.82	90.44	1.53	0.15	14.51
20	87.55	89.56	90.52	89.14	0.96	-0.42	14.51
19	88.01	89.25	91.32	90.91	2.07	1.66	14.51
18	87.8	89.31	91.11	90.7	1.8	1.39	14.51
17	87.8	89.04	91.11	90.7	2.07	1.66	14.51
16	86.79	88.51	90.1	89.69	1.59	1.18	14.51
15	86.99	88.24	90.3	89.89	2.06	1.65	14.51
14	86.76	88.25	90.07	89.66	1.82	1.41	14.51
13	86.77	88.01	90.08	89.67	2.07	1.66	14.51
12	86.13	87.1	89.44	89.03	2.34	1.93	14.51
11	85.89	87.67	89.2	88.79	1.53	1.12	14.51
10	85.9	87.63	89.21	88.8	1.58	1.17	14.51
9	86.11	87.35	89.42	89.01	2.07	1.66	14.51
8	85.9	86.95	89.21	88.8	2.26	1.85	14.51
7	84.11	85.93	87.42	87.01	1.49	1.08	14.51
6	84.37	85.61	87.68	87.27	2.07	1.66	14.51
5	83.45	84.38	86.76	86.35	2.38	1.97	14.51
4	83.18	84.4	86.49	86.08	2.09	1.68	14.51
3	82.74	84.56	86.09	86	1.53	1.44	14.51
2	82.78	84.55	86.13	86.04	1.58	1.49	14.51
1	82.69	84.55	86.04	85.95	1.49	1.4	14.51

Tab. 11: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=100$ Sorbo

T 300 ANNI

<i>N.sez. Hec Ras</i>	<i>Quota fondo</i>	<i>Quota superficie idrica</i>	<i>Quota sponda sx</i>	<i>Quota sponda dx</i>	<i>Franco idraulico (m)</i>		<i>Portata (m3/sec)</i>
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
119	193.84	194.44	199.29	200	4.85	5.56	11.96
118	190.88	191.75	195.02	195.02	3.27	3.27	11.96
117	188.35	189.17	191.82	190.98	2.65	1.81	11.96
116	186.44	187.04	190.02	188.6	2.98	1.56	11.96
115	184.19	184.65	186.9	186.05	2.25	1.4	11.96
114	182.41	182.85	184.86	185.29	2.01	2.44	11.96
113	181.1	181.64	183.55	183.98	1.91	2.34	11.96
112	178.9	179.38	180.56	181.35	1.18	1.97	11.96
111	175.72	176.17	177.9	179.3	1.73	3.13	11.96
110	174.03	174.53	176.34	177.35	1.81	2.82	11.96
109	172.4	173.06	174.9	176.08	1.84	3.02	11.96
108	170.29	170.91	174.55	172.6	3.64	1.69	11.96
107	169.6	170.27	171.25	171.79	0.98	1.52	11.96
106	168.03	168.54	169.68	170.22	1.14	1.68	11.96
105	165.69	166.33	168.93	168.11	2.6	1.78	11.96
104	164.3	165.74	166.65	167.79	0.91	2.05	14.51
103	163.33	164.92	166.65	167.81	1.73	2.89	14.51
102	161.06	161.91	162.83	165.43	0.92	3.52	14.51
101	160.57	161.78	162.83	165.43	1.05	3.65	14.51
100	159.29	160.13	161.05	163.76	0.92	3.63	14.51
99	158.9	159.68	160.66	163.37	0.98	3.69	14.51
98	158.33	159.08	160.09	162.8	1.01	3.72	14.51
97	157.98	158.75	159.74	162.45	0.99	3.7	14.51
96	157.91	158.15	160.38	163.66	2.23	5.51	14.51
95	156.9	157.29	159.37	162.65	2.08	5.36	14.51
94	155.98	156.3	158.45	161.73	2.15	5.43	14.51
93	154.3	154.72	156.77	160.05	2.05	5.33	14.51
92	152.29	152.75	154.14	156.69	1.39	3.94	14.51
91	149.61	150.31	152.01	153.5	1.7	3.19	14.51
90	146	147.01	149.4	148.03	2.39	1.02	14.51
89	144.25	145.09	147.02	146.06	1.93	0.97	14.51

88	143.31	144.17	146.08	145.12	1.91	0.95	14.51
87	141.22	143.33	143.91	143.82	0.58	0.49	14.51
86	140.05	142.58	143.81	141.6	1.23	-0.98	14.51
85	140.61	142.42	144.37	144.16	1.95	1.74	14.51
84	140.8	141.57	143.01	143.4	1.44	1.83	14.51
83	137.95	138.8	139.8	141.25	1	2.45	14.51
82	135.7	136.19	138.8	138.88	2.61	2.69	14.51
81	134.32	134.93	136.62	137.37	1.69	2.44	14.51
80	132.67	133.29	134.79	135.59	1.5	2.3	14.51
79	130.5	131.19	136.51	136.89	5.32	5.7	14.51
78	128.79	129.49	135.55	133.58	6.06	4.09	14.51
77	127.33	128.02	133.1	130.29	5.08	2.27	14.51
76	126.25	126.91	127.89	128.64	0.98	1.73	14.51
75	125.64	126.18	127.89	128.5	1.71	2.32	14.51
74	125.6	126.2	127.76	127.76	1.56	1.56	14.51
73	125.53	126.2	128.31	128.42	2.11	2.22	14.51
72	125.16	125.68	127.94	128.05	2.26	2.37	14.51
71.1	Bridge				0	0	
71	123.47	125.27	126.25	126.36	0.98	1.09	14.51
70	123.46	123.89	124.26	124.96	0.37	1.07	14.51
69	122.53	123.1	123.33	124.03	0.23	0.93	14.51
68	120.56	121.26	122.05	122.3	0.79	1.04	14.51
67	119.05	119.76	120.86	120.44	1.1	0.68	14.51
66	117.55	118.57	119.89	119.99	1.32	1.42	14.51
65	116.89	118.02	119.23	119.33	1.21	1.31	14.51
64	116.82	117.4	120.17	118.53	2.77	1.13	14.51
63	115.75	116.33	119.1	117.46	2.77	1.13	14.51
62	113.94	114.48	117.9	116.03	3.42	1.55	14.51
61	112.24	112.82	116.35	114.2	3.53	1.38	14.51
60	110.45	111.1	114.77	113.1	3.67	2	14.51
59	108.36	108.91	110.4	110.06	1.49	1.15	14.51
58	106.7	107.43	109.01	109.01	1.58	1.58	14.51
57	106.12	106.81	108.19	108.09	1.38	1.28	14.51
56	106.09	107.04	108.16	108.06	1.12	1.02	14.51
55	105.38	106	107.45	107.35	1.45	1.35	14.51

54	103.77	104.51	105.87	105.9	1.36	1.39	14.51
53	102.52	103.27	104.51	104.63	1.24	1.36	14.51
52	101.39	102.28	103.1	103.86	0.82	1.58	14.51
51	100.15	100.92	101.82	101.47	0.9	0.55	14.51
50	99.09	99.9	100.76	100.41	0.86	0.51	14.51
49	98.31	98.88	99.99	99.4	1.11	0.52	14.51
48	98.15	98.9	99.7	99.36	0.8	0.46	14.51
47	96.9	97.47	99.62	99.36	2.15	1.89	14.51
46.1	96.5	96.87	98.9	98.9	2.03	2.03	14.51
46.01	Bridge				0	0	
46	96.5	96.96	98.9	98.9	1.94	1.94	14.51
45	95.96	96.76	100.83	100.53	4.07	3.77	17.83
44	95.87	96.69	100.74	100.44	4.05	3.75	17.83
43	94.7	96.57	99.57	99.27	3	2.7	17.83
42	94.69	96.57	99.56	99.26	2.99	2.69	17.83
41	94.7	96.56	99.57	99.27	3.01	2.71	17.83
40	94.41	95.39	99.28	98.98	3.89	3.59	17.83
39	93.59	94.61	96.49	96.63	1.88	2.02	17.83
38	93.59	95	96.49	96.63	1.49	1.63	17.83
37	93.3	94.51	96.2	96.34	1.69	1.83	17.83
36	93.22	94.29	96.03	96.03	1.74	1.74	17.83
35	93.15	94.32	95.96	95.96	1.64	1.64	17.83
34	93.28	94.4	94.26	94.83	-0.14	0.43	17.83
33	92.85	93.95	94.9	95.17	0.95	1.22	17.83
32	92.41	93.19	94.46	94.73	1.27	1.54	17.83
31	92.49	93.49	94.54	94.81	1.05	1.32	17.83
30	91.95	92.74	94	94.27	1.26	1.53	17.83
29	91.33	93.15	93.02	93.92	-0.13	0.77	17.83
28	91.01	92.65	92.7	93.6	0.05	0.95	17.83
27	90.44	92.58	92.13	93.03	-0.45	0.45	17.83
26	90.44	92.09	92.13	93.03	0.04	0.94	17.83
25	90.43	91.98	93.4	92.02	1.42	0.04	17.83
24	89.73	91.02	92.7	91.32	1.68	0.3	17.83
23	88.88	90.74	91.85	90.47	1.11	-0.27	17.83
22	88.85	90.72	91.82	90.44	1.1	-0.28	17.83

21	88.85	90.4	91.82	90.44	1.42	0.04	17.83
20	87.55	89.71	90.52	89.14	0.81	-0.57	17.83
19	88.01	89.39	91.32	90.91	1.93	1.52	17.83
18	87.8	89.45	91.11	90.7	1.66	1.25	17.83
17	87.8	89.15	91.11	90.7	1.96	1.55	17.83
16	86.79	88.65	90.1	89.69	1.45	1.04	17.83
15	86.99	88.37	90.3	89.89	1.93	1.52	17.83
14	86.76	88.38	90.07	89.66	1.69	1.28	17.83
13	86.77	88.12	90.08	89.67	1.96	1.55	17.83
12	86.13	87.18	89.44	89.03	2.26	1.85	17.83
11	85.89	87.81	89.2	88.79	1.39	0.98	17.83
10	85.9	87.77	89.21	88.8	1.44	1.03	17.83
9	86.11	87.46	89.42	89.01	1.96	1.55	17.83
8	85.9	87.05	89.21	88.8	2.16	1.75	17.83
7	84.11	86.07	87.42	87.01	1.35	0.94	17.83
6	84.37	85.72	87.68	87.27	1.96	1.55	17.83
5	83.45	85.83	86.76	86.35	0.93	0.52	17.83
4	83.18	85.82	86.49	86.08	0.67	0.26	17.83
3	82.74	85.85	86.09	86	0.24	0.15	17.83
2	82.78	85.85	86.13	86.04	0.28	0.19	17.83
1	82.69	85.85	86.04	85.95	0.19	0.1	17.83

Tab. 12: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno T=300 Sorbo

T 20 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
61	155.39	155.93	156.23	156.52	0.30	0.59	1.58
60	155.26	155.86	156.1	156.39	0.24	0.53	1.58
59	154.96	155.51	155.8	156.09	0.29	0.58	1.58
58	154.77	155.34	155.61	155.9	0.27	0.56	1.58
57	154.53	155.07	155.37	155.66	0.3	0.59	1.58
56	154.29	154.82	155.13	155.42	0.31	0.6	1.58
55	153.96	154.47	154.8	155.09	0.33	0.62	1.58
54	153.43	153.96	154.27	154.56	0.31	0.6	1.58
53	152.38	153.47	153.42	154.27	-0.05	0.8	1.58
52	152.69	153.3	153.46	154.33	0.16	1.03	1.58
51	150.01	150.51	150.78	151.65	0.27	1.14	1.58
50	147.19	147.99	148.25	148.25	0.26	0.26	1.58
49	146.77	147.62	147.83	147.83	0.21	0.21	1.58
48	145.63	146.55	146.83	147.27	0.28	0.72	1.58
47	145.54	146.25	146.74	147.18	0.49	0.93	1.58
46	144.9	145.45	146.1	146.54	0.65	1.09	1.58
45	144.09	144.56	144.57	145.11	0.01	0.55	1.58
44	143.31	143.83	143.79	144.33	-0.04	0.5	1.58
43	141.89	142.44	142.37	142.91	-0.07	0.47	1.58
42	139.99	141.18	141.13	141.25	-0.05	0.07	1.58
41	138.78	140.11	141.02	141.13	0.91	1.02	3
37.1	Culvert				0	0	
37	134.96	136.65	137.19	137.22	0.54	0.57	3
36.1	Culvert				0	0	
36	134.57	135.42	136.8	136.83	1.38	1.41	3
35.1	Culvert				0	0	
35	130.31	130.52	131.92	132.09	1.4	1.57	3
34.1	Culvert				0	0	
34	128.27	128.48	129.88	130.05	1.4	1.57	3
31.1	Culvert				0	0	
31	121.78	121.97	124.54	124.26	2.57	2.29	3

29.1	Culvert				0	0	
29	119.73	120.59	121.53	121.63	0.94	1.04	3
27.1	Culvert				0	0	
27	118.3	118.5	119.81	119.36	1.31	0.86	3
26	116.37	117.19	118.19	118.17	1	0.98	3
25	114.58	115.55	116.78	117.83	1.23	2.28	3
24	113.83	115.49	115.66	115.96	0.17	0.47	3
23	113.8	115.04	115.63	115.93	0.59	0.89	3
22	113.79	114.81	115.1	115.43	0.29	0.62	3
21	112.86	114.46	114.17	114.5	-0.29	0.04	3
20	112.74	114.41	115.13	115.49	0.72	1.08	3
19	110.84	111.09	115.05	115.05	3.96	3.96	3
17.1	Culvert				0	0	
17	106.42	106.72	110.42	110.4	3.7	3.68	3
16	106.32	106.57	110.42	108.98	3.85	2.41	3
15	105.65	105.97	110.42	108.68	4.45	2.71	3
14	104.37	104.95	106.87	107.78	1.92	2.83	3
13	103.28	103.77	105.74	105.99	1.97	2.22	3
12	102.31	102.85	104.46	104.72	1.61	1.87	3
11	101.25	101.86	103.41	103.45	1.55	1.59	3
10	100.06	100.59	102.74	101.46	2.15	0.87	3
9	99.45	100.27	100.99	100.94	0.72	0.67	3
8	99.21	99.96	100.75	100.7	0.79	0.74	3
7	98.75	99.42	100.22	100.47	0.8	1.05	3
6	97.63	98.78	99.17	99.59	0.39	0.81	3
5.1	Bridge				0	0	
5	97.76	98.32	99.3	99.72	0.98	1.4	3
4	96.27	96.56	97.81	98.23	1.25	1.67	3
3	95.74	96.07	97.28	97.7	1.21	1.63	3
2	95.11	96.55	96.65	97.07	0.1	0.52	3
1	94.91	96.56	96.45	96.87	-0.11	0.31	3

Tab. 13: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno T=20 Cupa dell'Olivella

T 100 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
61	155.39	155.98	156.23	156.52	0.25	0.54	2.27
60	155.26	155.91	156.1	156.39	0.19	0.48	2.27
59	154.96	155.55	155.8	156.09	0.25	0.54	2.27
58	154.77	155.39	155.61	155.9	0.22	0.51	2.27
57	154.53	155.18	155.37	155.66	0.19	0.48	2.27
56	154.29	154.88	155.13	155.42	0.25	0.54	2.27
55	153.96	154.52	154.8	155.09	0.28	0.57	2.27
54	153.43	154	154.27	154.56	0.27	0.56	2.27
53	152.38	153.6	153.42	154.27	-0.18	0.67	2.27
52	152.69	153.4	153.46	154.33	0.06	0.93	2.27
51	150.01	150.59	150.78	151.65	0.19	1.06	2.27
50	147.19	148.11	148.25	148.25	0.14	0.14	2.27
49	146.77	147.74	147.83	147.83	0.09	0.09	2.27
48	145.63	146.71	146.83	147.27	0.12	0.56	2.27
47	145.54	146.39	146.74	147.18	0.35	0.79	2.27
46	144.9	145.56	146.1	146.54	0.54	0.98	2.27
45	144.09	144.68	144.57	145.11	-0.11	0.43	2.27
44	143.31	143.87	143.79	144.33	-0.08	0.46	2.27
43	141.89	142.38	142.37	142.91	-0.01	0.53	2.27
42	139.99	141.47	141.13	141.25	-0.34	-0.22	2.27
41	138.78	140.32	141.02	141.13	0.7	0.81	4.32
37.1	Culvert				0	0	
37	134.96	137.12	137.19	137.22	0.07	0.1	4.32
36.1	Culvert				0	0	
36	134.57	135.65	136.8	136.83	1.15	1.18	4.32
35.1	Culvert				0	0	
35	130.31	130.58	131.92	132.09	1.34	1.51	4.32
34.1	Culvert				0	0	
34	128.27	128.54	129.88	130.05	1.34	1.51	4.32
31.1	Culvert				0	0	

31	121.78	122.02	124.54	124.26	2.52	2.24	4.32
29.1	Culvert				0	0	
29	119.73	120.82	121.53	121.63	0.71	0.81	4.32
27.1	Culvert				0	0	
27	118.3	118.58	119.81	119.36	1.23	0.78	4.32
26	116.37	117.31	118.19	118.17	0.88	0.86	4.32
25	114.58	115.69	116.78	117.83	1.09	2.14	4.32
24	113.83	115.69	115.66	115.96	-0.03	0.27	4.32
23	113.8	115.17	115.63	115.93	0.46	0.76	4.32
22	113.79	114.96	115.1	115.43	0.14	0.47	4.32
21	112.86	114.81	114.17	114.5	-0.64	-0.31	4.32
20	112.74	114.73	115.13	115.49	0.4	0.76	4.32
19	110.84	111.17	115.05	115.05	3.88	3.88	4.32
17.1	Culvert				0	0	
17	106.42	106.8	110.42	110.4	3.62	3.6	4.32
16	106.32	106.63	110.42	108.98	3.79	2.35	4.32
15	105.65	106.04	110.42	108.68	4.38	2.64	4.32
14	104.37	105.09	106.87	107.78	1.78	2.69	4.32
13	103.28	103.86	105.74	105.99	1.88	2.13	4.32
12	102.31	102.97	104.46	104.72	1.49	1.75	4.32
11	101.25	101.99	103.41	103.45	1.42	1.46	4.32
10	100.06	100.73	102.74	101.46	2.01	0.73	4.32
9	99.45	100.44	100.99	100.94	0.55	0.5	4.32
8	99.21	100.12	100.75	100.7	0.63	0.58	4.32
7	98.75	99.56	100.22	100.47	0.66	0.91	4.32
6	97.63	97.95	99.17	99.59	1.22	1.64	4.32
5.1	Bridge				0	0	
5	97.76	98.29	99.3	99.72	1.01	1.43	4.32
4	96.27	96.64	97.81	98.23	1.17	1.59	4.32
3	95.74	96.16	97.28	97.7	1.12	1.54	4.32
2	95.11	96.62	96.65	97.07	0.03	0.45	4.32
1	94.91	96.63	96.45	96.87	-0.18	0.24	4.32

Tab. 14: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno T=100 Cupa dell'Olivella

T 300 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
61	155.39	156.01	156.23	156.52	0.22	0.51	2.8
60	155.26	155.94	156.1	156.39	0.16	0.45	2.8
59	154.96	155.59	155.8	156.09	0.21	0.5	2.8
58	154.77	155.42	155.61	155.9	0.19	0.48	2.8
57	154.53	155.15	155.37	155.66	0.22	0.51	2.8
56	154.29	154.9	155.13	155.42	0.23	0.52	2.8
55	153.96	154.55	154.8	155.09	0.25	0.54	2.8
54	153.43	154.03	154.27	154.56	0.24	0.53	2.8
53	152.38	153.62	153.42	154.27	-0.2	0.65	2.8
52	152.69	153.53	153.46	154.33	-0.07	0.8	2.8
51	150.01	150.64	150.78	151.65	0.14	1.01	2.8
50	147.19	148.19	148.25	148.25	0.06	0.06	2.8
49	146.77	147.82	147.83	147.83	0.01	0.01	2.8
48	145.63	146.82	146.83	147.27	0.01	0.45	2.8
47	145.54	146.48	146.74	147.18	0.26	0.7	2.8
46	144.9	145.64	146.1	146.54	0.46	0.9	2.8
45	144.09	144.71	144.57	145.11	-0.14	0.4	2.8
44	143.31	143.9	143.79	144.33	-0.11	0.43	2.8
43	141.89	142.4	142.37	142.91	-0.03	0.51	2.8
42	139.99	141.64	141.13	141.25	-0.51	-0.39	2.8
41	138.78	140.46	141.02	141.13	0.56	0.67	5.31
37.1	Culvert				0	0	
37	134.96	137.63	137.19	137.22	-0.44	-0.41	5.31
36.1	Culvert	137.63			0	0	
36	134.57	135.81	136.8	136.83	0.99	1.02	5.31
35.1	Culvert				0	0	
35	130.31	130.62	131.92	132.09	1.3	1.47	5.31
34.1	Culvert				0	0	
34	128.27	128.59	129.88	130.05	1.29	1.46	5.31
31.1	Culvert				0	0	
31	121.78	122.06	124.54	124.26	2.48	2.2	5.31

29.1	Culvert				0	0	
29	119.73	120.98	121.53	121.63	0.55	0.65	5.31
27.1	Culvert				0	0	
27	118.3	118.63	119.81	119.36	1.18	0.73	5.31
26	116.37	117.39	118.19	118.17	0.8	0.78	5.31
25	114.58	115.8	116.78	117.83	0.98	2.03	5.31
24	113.83	115.7	115.66	115.96	-0.04	0.26	5.31
23	113.8	115.44	115.63	115.93	0.19	0.49	5.31
22	113.79	115.07	115.1	115.43	0.03	0.36	5.31
21	112.86	115.04	114.17	114.5	-0.87	-0.54	5.31
20	112.74	114.95	115.13	115.49	0.18	0.54	5.31
19	110.84	111.23	115.05	115.05	3.82	3.82	5.31
17.1	Culvert				0	0	
17	106.42	106.86	110.42	110.4	3.56	3.54	5.31
16	106.32	106.7	110.42	108.98	3.72	2.28	5.31
15	105.65	106.11	110.42	108.68	4.31	2.57	5.31
14	104.37	105.16	106.87	107.78	1.71	2.62	5.31
13	103.28	103.94	105.74	105.99	1.8	2.05	5.31
12	102.31	103.04	104.46	104.72	1.42	1.68	5.31
11	101.25	102.1	103.41	103.45	1.31	1.35	5.31
10	100.06	100.82	102.74	101.46	1.92	0.64	5.31
9	99.45	100.54	100.99	100.94	0.45	0.4	5.31
8	99.21	100.22	100.75	100.7	0.53	0.48	5.31
7	98.75	99.65	100.22	100.47	0.57	0.82	5.31
6	97.63	98.02	99.17	99.59	1.15	1.57	5.31
5.1	Bridge				0	0	
5	97.76	98.45	99.3	99.72	0.85	1.27	5.31
4	96.27	96.73	97.81	98.23	1.08	1.5	5.31
3	95.74	96.24	97.28	97.7	1.04	1.46	5.31
2	95.11	96.69	96.65	97.07	-0.04	0.38	5.31
1	94.91	96.69	96.45	96.87	-0.24	0.18	5.31

Tab. 15: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=300$ Cupa dell'Olivella

T 20 ANNI

<i>N.sez. Hec Ras</i>	<i>Quota fondo</i>	<i>Quota superficie idrica</i>	<i>Quota sponda sx</i>	<i>Quota sponda dx</i>	<i>Franco idraulico (m)</i>		<i>Portata (m3/sec)</i>
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
34	118.42	118.66	120.5	120.66	1.84	2	1.58
33	114.63	115.03	116.52	116.8	1.49	1.77	1.58
32	112.41	112.83	113.69	114.15	0.86	1.32	1.58
31	110.39	110.68	111.67	112.13	0.99	1.45	1.58
30	110.48	110.72	113.58	113.27	2.86	2.55	1.58
29	109.36	109.48	112.46	112.15	2.98	2.67	1.58
28	108.43	108.89	110.61	109.82	1.72	0.93	1.58
27	106.48	106.8	110.5	109.81	3.7	3.01	1.58
26	106.3	106.76	108.6	108.88	1.84	2.12	1.58
25	105.52	106.01	107.3	107.3	1.29	1.29	1.58
24	102.89	103.28	107.27	107.22	3.99	3.94	1.58
23	103.32	103.69	106.42	106.64	2.73	2.95	1.58
22	102.25	102.42	105.35	105.57	2.93	3.15	1.58
21	100.61	100.78	105.1	105.35	4.32	4.57	1.58
20	95.8	96.56	97.93	99.25	1.37	2.69	1.58
19	95.89	96.4	98.02	99.34	1.62	2.94	1.58
18	94.2	95.54	96.68	96.51	1.14	0.97	1.58
17	94.18	95.54	96.66	96.49	1.12	0.95	1.58
16.1	Bridge				0	0	
16	94.12	95.54	95.84	96.02	0.3	0.48	1.58
15	94.95	95.39	97.41	97.35	2.02	1.96	1.58
14.1	Bridge				0	0	
14	93.96	94.2	99.24	99.16	5.04	4.96	1.58
13	93.84	94.5	98.3	96.47	3.8	1.97	1.58
12	93.68	94.5	98.14	96.31	3.64	1.81	1.58
11.1	Culvert				0	0	
11	92.2	92.75	93.82	94.58	1.07	1.83	1.58
10	91.55	92.06	93.06	92.7	1	0.64	1.58
9	89.37	89.52	92.97	95.18	3.45	5.66	1.58
8	87.55	87.95	88.21	92.31	0.26	4.36	1.58
7	85.62	86.03	88.04	89.64	2.01	3.61	1.58

6	85.9	86.25	86.42	87.34	0.17	1.09	1.58
5	84.84	85.36	86.61	86.58	1.25	1.22	1.58
4	83.46	83.75	84.28	85.12	0.53	1.37	1.58
3	82.29	82.73	83.6	84.03	0.87	1.3	1.58
2	81.56	81.89	82.87	83.3	0.98	1.41	1.58
1	79.39	80.96	82.1	81.73	1.14	0.77	1.58

Tab. 16: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=20$ Sant'Elmo

T 100 ANNI

<i>N.sez. Hec Ras</i>	<i>Quota fondo</i>	<i>Quota superficie idrica</i>	<i>Quota sponda sx</i>	<i>Quota sponda dx</i>	<i>Franco idraulico (m)</i>		<i>Portata (m3/sec)</i>
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
34	118.42	118.71	120.5	120.66	1.79	1.95	2.28
33	114.63	115.11	116.52	116.8	1.41	1.69	2.28
32	112.41	112.89	113.69	114.15	0.8	1.26	2.28
31	110.39	110.73	111.67	112.13	0.94	1.4	2.28
30	110.48	110.76	113.58	113.27	2.82	2.51	2.28
29	109.36	109.52	112.46	112.15	2.94	2.63	2.28
28	108.43	108.98	110.61	109.82	1.63	0.84	2.28
27	106.48	106.86	110.5	109.81	3.64	2.95	2.28
26	106.3	106.87	108.6	108.88	1.73	2.01	2.28
25	105.52	106.12	107.3	107.3	1.18	1.18	2.28
24	102.89	103.35	107.27	107.22	3.92	3.87	2.28
23	103.32	103.78	106.42	106.64	2.64	2.86	2.28
22	102.25	102.47	105.35	105.57	2.88	3.1	2.28
21	100.61	100.82	105.1	105.35	4.28	4.53	2.28
20	95.8	96.67	97.93	99.25	1.26	2.58	2.28
19	95.89	96.49	98.02	99.34	1.53	2.85	2.28
18	94.2	95.67	96.68	96.51	1.01	0.84	2.28
17	94.18	95.67	96.66	96.49	0.99	0.82	2.28
16.1	Bridge				0	0	
16	94.12	95.67	95.84	96.02	0.17	0.35	2.28
15	94.95	95.49	97.41	97.35	1.92	1.86	2.28
14.1	Bridge				0	0	
14	93.96	94.26	99.24	99.16	4.98	4.9	2.28
13	93.84	94.73	98.3	96.47	3.57	1.74	2.28
12	93.68	94.74	98.14	96.31	3.4	1.57	2.28
11.1	Culvert				0	0	
11	92.2	92.89	93.82	94.58	0.93	1.69	2.28
10	91.55	92.13	93.06	92.7	0.93	0.57	2.28
9	89.37	89.56	92.97	95.18	3.41	5.62	2.28
8	87.55	88.05	88.21	92.31	0.16	4.26	2.28

7	85.62	86.11	88.04	89.64	1.93	3.53	2.28
6	85.9	86.34	86.42	87.34	0.08	1	2.28
5	84.84	85.48	86.61	86.58	1.13	1.1	2.28
4	83.46	83.74	84.28	85.12	0.54	1.38	2.28
3	82.29	82.8	83.6	84.03	0.8	1.23	2.28
2	81.56	81.94	82.87	83.3	0.93	1.36	2.28
1	79.39	81.93	82.1	81.73	0.17	-0.2	2.28

Tab. 17: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=100$ Sant'Elmo

T 300 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
34	118.42	118.75	120.5	120.66	1.75	1.91	2.8
33	114.63	115.17	116.52	116.8	1.35	1.63	2.8
32	112.41	112.93	113.69	114.15	0.76	1.22	2.8
31	110.39	110.76	111.67	112.13	0.91	1.37	2.8
30	110.48	110.79	113.58	113.27	2.79	2.48	2.8
29	109.36	109.54	112.46	112.15	2.92	2.61	2.8
28	108.43	109.04	110.61	109.82	1.57	0.78	2.8
27	106.48	106.9	110.5	109.81	3.6	2.91	2.8
26	106.3	106.93	108.6	108.88	1.67	1.95	2.8
25	105.52	106.18	107.3	107.3	1.12	1.12	2.8
24	102.89	103.4	107.27	107.22	3.87	3.82	2.8
23	103.32	103.84	106.42	106.64	2.58	2.8	2.8
22	102.25	102.51	105.35	105.57	2.84	3.06	2.8
21	100.61	100.84	105.1	105.35	4.26	4.51	2.8
20	95.8	96.74	97.93	99.25	1.19	2.51	2.8
19	95.89	96.55	98.02	99.34	1.47	2.79	2.8
18	94.2	95.75	96.68	96.51	0.93	0.76	2.8
17	94.18	95.75	96.66	96.49	0.91	0.74	2.8
16.1	Bridge				0	0	
16	94.12	95.75	95.84	96.02	0.09	0.27	2.8
15	94.95	95.55	97.41	97.35	1.86	1.8	2.8
14.1	Bridge				0	0	
14	93.96	94.93	99.24	99.16	4.31	4.23	2.8
13	93.84	94.9	98.3	96.47	3.4	1.57	2.8
12	93.68	94.9	98.14	96.31	3.24	1.41	2.8
11.1	Culvert				0	0	
11	92.2	92.98	93.82	94.58	0.84	1.6	2.8
10	91.55	92.17	93.06	92.7	0.89	0.53	2.8
9	89.37	89.58	92.97	95.18	3.39	5.6	2.8
8	87.55	88.11	88.21	92.31	0.1	4.2	2.8
7	85.62	86.16	88.04	89.64	1.88	3.48	2.8

6	85.9	86.38	86.42	87.34	0.04	0.96	2.8
5	84.84	85.58	86.61	86.58	1.03	1	2.8
4	83.46	83.75	84.28	85.12	0.53	1.37	2.8
3	82.29	82.84	83.6	84.03	0.76	1.19	2.8
2	81.56	81.97	82.87	83.3	0.9	1.33	2.8
1	79.39	82.09	82.1	81.73	0.01	-0.36	2.8

Tab. 18: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno $T=300$ Sant'Elmo

T 20 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota superficie idrica	Quota sponda sx	Quota sponda dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
54	161.6	161.8	162	162	0.2	0.2	1
53	161.47	161.68	162	162	0.32	0.32	1
52	159.66	159.79	161	161	1.21	1.21	1
51	154.64	154.79	155	155	0.21	0.21	1
47	147.75	148.23	149.93	149.93	1.7	1.7	1
46	147	147.54	149.18	149.18	1.64	1.64	1
45	145.03	145.43	147.35	147.35	1.92	1.92	1
44	144.22	144.47	146.54	146.54	2.07	2.07	1
43	142.27	142.67	144.34	144.34	1.67	1.67	1
42	141.52	141.77	143.59	143.59	1.82	1.82	1
41	124.56	125.43	132.89	133.07	7.46	7.64	8.86
40	124.42	125.14	132.75	132.93	7.61	7.79	8.86
39.1	Bridge				0	0	
39	123.95	124.55	132.28	132.46	7.73	7.91	8.86
38	123.41	124.1	129.83	127.97	5.73	3.87	8.86
37	121.88	122.44	128.3	126.44	5.86	4	8.86
36	117.3	118.17	123.72	121.86	5.55	3.69	8.86
35	115.6	116.28	122.39	122.26	6.11	5.98	8.86
34.1	Bridge				0	0	
34	114.62	115.12	121.41	121.28	6.29	6.16	8.86
33	113.85	114.83	119.42	120.27	4.59	5.44	8.86
32	112.77	113.61	118.34	119.19	4.73	5.58	8.86
31	104.17	105.23	109.74	110.59	4.51	5.36	8.86
30	102.36	103.36	106.53	107.62	3.17	4.26	8.86
29	101.05	101.7	105.22	106.31	3.52	4.61	8.86
28	96.87	97.66	101.38	101.14	3.72	3.48	8.86
27	93.27	94.05	96.37	97.01	2.32	2.96	8.86
26	92.6	93.63	101.23	101.13	7.6	7.5	8.86
25.1	Bridge				0	0	
25	92.39	93.6	101.02	100.92	7.42	7.32	8.86
24	92.14	92.8	94.4	94.5	1.6	1.7	8.86

23.1	Bridge				0	0	
23	91.8	92.5	94.06	94.16	1.56	1.66	8.86
22	89.37	90.25	91.24	92.68	0.99	2.43	8.86
21	86.6	87.53	88.31	89.32	0.78	1.79	8.86
20	84.39	85.23	86.82	87.92	1.59	2.69	8.86
19	82.28	83.52	83.96	84.18	0.44	0.66	8.86
18	80.98	81.76	81.97	81.77	0.21	0.01	8.86
17	79.9	80.5	81.63	81.6	1.13	1.1	8.86
16	76.98	78.82	79.16	79.19	0.34	0.37	8.86
15.1	Bridge				0	0	
15	76.8	77.78	78.98	79.01	1.2	1.23	8.86
14	75.48	76.51	77.62	76.71	1.11	0.2	8.86
13	74.64	75.62	75.77	75.75	0.15	0.13	8.86
12	72.23	72.96	73.09	74.64	0.13	1.68	8.86
11	66.51	67.36	67.67	67.69	0.31	0.33	8.86
10	62.55	63.44	63.81	63.62	0.37	0.18	8.86
9	61.82	62.53	62.51	63.38	-0.02	0.85	8.86
8	59.65	60.57	60.9	60.52	0.33	-0.05	8.86
7	57.93	59.21	59.8	59.8	0.59	0.59	8.86
6.1	Bridge				0	0	
6	57.33	58.39	59.2	59.2	0.81	0.81	8.86
5	57.3	58.58	59.17	59.17	0.59	0.59	8.86
4	57.08	58.13	58.95	58.95	0.82	0.82	8.86
3	56.98	58.26	58.85	58.85	0.59	0.59	8.86

Tab. 19: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno T=20 Spirito Santo Sinistro

T 100 ANNI

<i>N.sez. Hec Ras</i>	<i>Quota fondo</i>	<i>Quota superficie idrica</i>	<i>Quota sponda sx</i>	<i>Quota sponda dx</i>	<i>Franco idraulico (m)</i>		<i>Portata (m3/sec)</i>
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
54	161.6	161.8	162	162	0.2	0.2	1
53	161.47	161.68	162	162	0.32	0.32	1
52	159.66	159.79	161	161	1.21	1.21	1
51	154.64	154.79	155	155	0.21	0.21	1
47	147.75	148.23	149.93	149.93	1.7	1.7	1
46	147	147.54	149.18	149.18	1.64	1.64	1
45	145.03	145.43	147.35	147.35	1.92	1.92	1
44	144.22	144.47	146.54	146.54	2.07	2.07	1
43	142.27	142.67	144.34	144.34	1.67	1.67	1
42	141.52	141.77	143.59	143.59	1.82	1.82	1
41	124.56	125.62	132.89	133.07	7.27	7.45	12.75
40	124.42	125.31	132.75	132.93	7.44	7.62	12.75
39.1	Bridge				0	0	
39	123.95	124.69	132.28	132.46	7.59	7.77	12.75
38	123.41	124.31	129.83	127.97	5.52	3.66	12.75
37	121.88	122.62	128.3	126.44	5.68	3.82	12.75
36	117.3	118.38	123.72	121.86	5.34	3.48	12.75
35	115.6	116.36	122.39	122.26	6.03	5.9	12.75
34.1	Bridge				0	0	
34	114.62	115.92	121.41	121.28	5.49	5.36	12.75
33	113.85	115.4	119.42	120.27	4.02	4.87	12.75
32	112.77	113.89	118.34	119.19	4.45	5.3	12.75
31	104.17	105.44	109.74	110.59	4.3	5.15	12.75
30	102.36	103.7	106.53	107.62	2.83	3.92	12.75
29	101.05	101.88	105.22	106.31	3.34	4.43	12.75
28	96.87	97.82	101.38	101.14	3.56	3.32	12.75
27	93.27	94.17	96.37	97.01	2.2	2.84	12.75
26	92.6	93.94	101.23	101.13	7.29	7.19	12.75
25.1	Bridge				0	0	
25	92.39	93.91	101.02	100.92	7.11	7.01	12.75
24	92.14	93.02	94.4	94.5	1.38	1.48	12.75

23.1	Bridge				0	0	
23	91.8	92.71	94.06	94.16	1.35	1.45	12.75
22	89.37	90.42	91.24	92.68	0.82	2.26	12.75
21	86.6	87.71	88.31	89.32	0.6	1.61	12.75
20	84.39	85.4	86.82	87.92	1.42	2.52	12.75
19	82.28	83.78	83.96	84.18	0.18	0.4	12.75
18	80.98	82.08	81.97	81.77	-0.11	-0.31	12.75
17	79.9	81.01	81.63	81.6	0.62	0.59	12.75
16	76.98	79.19	79.16	79.19	-0.03	0	12.75
15.1	Bridge				0	0	
15	76.8	78.03	78.98	79.01	0.95	0.98	12.75
14	75.48	76.65	77.62	76.71	0.97	0.06	12.75
13	74.64	75.73	75.77	75.75	0.04	0.02	12.75
12	72.23	73.1	73.09	74.64	-0.01	1.54	12.75
11	66.51	67.54	67.67	67.69	0.13	0.15	12.75
10	62.55	63.64	63.81	63.62	0.17	-0.02	12.75
9	61.82	62.57	62.51	63.38	-0.06	0.81	12.75
8	59.65	60.71	60.9	60.52	0.19	-0.19	12.75
7	57.93	59.87	59.8	59.8	-0.07	-0.07	12.75
6.1	Bridge				0	0	
6	57.33	59.64	59.2	59.2	-0.44	-0.44	12.75
5	57.3	59.64	59.17	59.17	-0.47	-0.47	12.75
4	57.08	59.5	58.95	58.95	-0.55	-0.55	12.75
3	56.98	58.72	58.85	58.85	0.13	0.13	12.75

Tab. 20: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno T=100 Spirito Santo Sinistro

T 300 ANNI

N.sez. Hec Ras	Quota fondo	Quota Superfici e idrica	Quota spond a sx	Quota spond a dx	Franco idraulico (m)		Portata (m3/sec)
	m.s.l.m.m.				sx	dx	idrologica
54	161.6	161.8	162	162	0.2	0.2	1
53	161.47	161.68	162	162	0.32	0.32	1
52	159.66	159.79	161	161	1.21	1.21	1
51	154.64	154.79	155	155	0.21	0.21	1
47	147.75	148.23	149.93	149.93	1.7	1.7	1
46	147	147.54	149.18	149.18	1.64	1.64	1
45	145.03	145.43	147.35	147.35	1.92	1.92	1
44	144.22	144.47	146.54	146.54	2.07	2.07	1
43	142.27	142.67	144.34	144.34	1.67	1.67	1
42	141.52	141.77	143.59	143.59	1.82	1.82	1
41	124.56	125.74	132.89	133.07	7.15	7.33	15.67
40	124.42	125.42	132.75	132.93	7.33	7.51	15.67
39.1	Bridge				0	0	
39	123.95	124.79	132.28	132.46	7.49	7.67	15.67
38	123.41	124.46	129.83	127.97	5.37	3.51	15.67
37	121.88	122.74	128.3	126.44	5.56	3.7	15.67
36	117.3	118.52	123.72	121.86	5.2	3.34	15.67
35	115.6	116.42	122.39	122.26	5.97	5.84	15.67
34.1	Bridge				0	0	
34	114.62	116.14	121.41	121.28	5.27	5.14	15.67
33	113.85	115.57	119.42	120.27	3.85	4.7	15.67
32	112.77	114.03	118.34	119.19	4.31	5.16	15.67
31	104.17	105.57	109.74	110.59	4.17	5.02	15.67
30	102.36	103.88	106.53	107.62	2.65	3.74	15.67
29	101.05	102.01	105.22	106.31	3.21	4.3	15.67
28	96.87	97.93	101.38	101.14	3.45	3.21	15.67

27	93.27	94.25	96.37	97.01	2.12	2.76	15.67
26	92.6	94.15	101.23	101.13	7.08	6.98	15.67
25.1	Bridge				0	0	
25	92.39	94.11	101.02	100.92	6.91	6.81	15.67
24	92.14	93.18	94.4	94.5	1.22	1.32	15.67
23.1	Bridge				0	0	
23	91.8	92.85	94.06	94.16	1.21	1.31	15.67
22	89.37	90.52	91.24	92.68	0.72	2.16	15.67
21	86.6	87.81	88.31	89.32	0.5	1.51	15.67
20	84.39	85.52	86.82	87.92	1.3	2.4	15.67
19	82.28	83.91	83.96	84.18	0.05	0.27	15.67
18	80.98	82.28	81.97	81.77	-0.31	-0.51	15.67
17	79.9	81.15	81.63	81.6	0.48	0.45	15.67
16	76.98	79.18	79.16	79.19	-0.02	0.01	15.67
15.1	Bridge				0	0	
15	76.8	78.2	78.98	79.01	0.78	0.81	15.67
14	75.48	76.72	77.62	76.71	0.9	-0.01	15.67
13	74.64	75.79	75.77	75.75	-0.02	-0.04	15.67
12	72.23	73.2	73.09	74.64	-0.11	1.44	15.67
11	66.51	67.73	67.67	67.69	-0.06	-0.04	15.67
10	62.55	63.64	63.81	63.62	0.17	-0.02	15.67
9	61.82	62.51	62.51	63.38	0	0.87	15.67
8	59.65	60.67	60.9	60.52	0.23	-0.15	15.67
7	57.93	60.21	59.8	59.8	-0.41	-0.41	15.67
6.1	Bridge				0	0	
6	57.33	60.22	59.2	59.2	-1.02	-1.02	15.67
5	57.3	60.22	59.17	59.17	-1.05	-1.05	15.67
4	57.08	60.08	58.95	58.95	-1.13	-1.13	15.67
3	56.98	60.08	58.85	58.85	-1.23	-1.23	15.67

Tab. 21: Calcolo del franco idraulico nelle sezioni di calcolo con l'utilizzo delle portate idrologiche per periodi di ritorno

APPENDICE 3 - Nota sul canale Regi Lagni
(PAI 2002)

1 PREMESSA

Nella presente nota si riportano i risultati di uno studio, già allegato al PAI nella sua versione risalente al 2002, finalizzato all'ottenimento di una stima delle massime portate che i diversi affluenti possono recapitare nel canale Regi Lagni rispettando le condizioni di progetto dello stesso canale.

Per fare ciò si è fatto riferimento allo studio idrologico ed idraulico relativi al progetto esecutivo della sistemazione dell'asta valliva dei Regi Lagni redatto dal CO.R.IN.

Nei paragrafi seguenti sono stati riportati, prima, i risultati degli studi idrologici ed idraulici del suddetto progetto di sistemazione.

Successivamente, sono stati sintetizzati i risultati di uno studio di compatibilità idraulica tra il canale Regi Lagni ed i relativi affluenti.

2 RISULTATI DELLO STUDIO IDROLOGICO CONDOTTO NELL'AMBITO DEL PROGETTO ESECUTIVO DELLA SISTEMAZIONE DELL'ASTA VALLIVA DEI REGI LAGNI

2.1 Caratteristiche fisiografiche ed idrologiche fondamentali del sottobacino dei Regi Lagni

Osservando l'andamento orografico del bacino dei Regi Lagni sono state individuate le seguenti tre zone, aventi caratteristiche diverse:

- **Zona montana**

Comprende il bacino dei cosiddetti "torrenti montani" dei Regi Lagni, ossia i bacini dei lagni Quindici (torrente Lauro-Nolano), Avella, Gaudò; la superficie complessiva di tale zona è di circa 33.49 ha.

- **Zona intermedia**

Comprende sia i bacini dei torrenti provenienti da Maddaloni e dalla collina di S. Felice a Cancellò, sia quelli provenienti dalle pendici Nord-Ovest del Somma-Vesuvio (lagno S. Sossio, Spirito Santo e Santa Teresa), nonché tutta la zona collinare e pianeggiante che si estende dalla parte bassa del bacino dei "torrenti montani" ai

territori situati in destra e sinistra dei Regi Lagni lungo l'ansa di Acerra e sino alla confluenza del canale Apramo (Ponte delle FF.SS., linea Roma-Napoli via Cancellò Arnone); tale zona è caratterizzata da una superficie complessiva di circa 61.529 ha.

▪ **Zona bassa e pianeggiante**

Comprende tutte le superfici sottese dai canali di bonifica caratterizzati da quote di pelo libero prossime o inferiori allo zero marino.

La superficie complessiva di tale zona è di circa 16.90 ha.

Complessivamente, il bacino imbrifero dei Regi Lagni è suddivisibile in aree rurali ed urbane nelle seguenti proporzioni:

Aree urbane	19.094 ha	17%
Aree rurali	92.825 h	83%
Totale	111.919 ha	100%

Ai fini del calcolo delle portate di piena, le aree sottese dalle varie sezioni dei Regi Lagni sono state distinte, nei riguardi della permeabilità dei terreni, in agricole ed urbanizzate o coperte da insediamenti industriali. Ciò tenuto conto degli sviluppi futuri previsti dalla pianificazione economica territoriale.

In particolare, si è operata la seguente distinzione tra le aree appartenenti alla zona pianeggiante e a quella intermedia e la aree appartenenti alla zona montana:

zona bassa e pianeggiante e zona intermedia

- Si sono ritenuti “poco permeabili” le superfici che, attualmente o in futuro, sono destinate ad insediamenti abitativi o industriali.

Le acque provenienti da tali bacini affluiranno all'asta principale dei Regi Lagni attraverso collettori fognari già progettati ed in gran parte realizzati.

Le sezioni di calcolo delle portate defluenti sono state localizzate in corrispondenza delle immissioni di tali collettori.

- Si sono ritenuti ad “elevata permeabilità” le rimanenti superfici di tali zone, caratterizzate da terreni a debolissima pendenza per i quali lo scolo delle acque è assicurato da una fitta rete di canali che sversa nei Regi Lagni le modeste portate drenate.

zona montana

I bacini della corona dei torrenti montani sono in gran parte costituiti da una matrice calcarea fortemente fratturata al cui limitare è disposta un'ampia faglia trasversale.

Come suggerito in uno studio del prof. Nicotera, le portate di piena dei torrenti Quindici, Gaudio e Avella, sono state considerate trascurabili.

In conclusione, le sezioni di calcolo delle portate idrologiche sono state ubicate in corrispondenza dell'immissione dei collettori pluviali (compresi quelli di progetto) e dei torrenti o canali esistenti.

2.1.1 Dati pluviometrici e pluviografici. Curva di possibilità pluviometrica

Il calcolo delle portate di piena defluenti lungo l'asta principale dei Regi Lagni e corrispondenti ad un assegnato tempo di ritorno T è stato effettuato sulla base di un modello matematico di trasformazione afflussi-deflussi.

I dati pluviometrici di ingresso al suddetto modello di trasformazione si riferiscono a 3 stazioni pluviografiche e a 8 stazioni pluviometriche ricadenti all'interno del bacino in esame, alla stazione di Licola situata nelle immediate vicinanze.

Tali dati sono stati integrati da quelli messi a disposizione dal Consorzio Generale di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno, relativi a 5 stazioni pluviografiche da esso installate e gestite. Di tali stazioni una ricade all'interno del bacino e le rimanenti nelle immediate vicinanze.

Per il territorio di studio sono state definite apposite relazioni che legano l'altezza di pioggia $h_{d,T}$ relative alla durata d della pioggia ed al periodo di ritorno T , denominate curve di probabilità pluviometrica, espresse nella seguente forma monomia:

$$h_{d,T} = a_T d^n$$

- a_T = costante (mm), funzione del periodo di ritorno T in anni;
- d = durata dell'evento piovoso in ore;
- n = costante, funzione della sottozona pluviometrica.

Per ciascuna delle tre zone individuate che suddividono il bacino idrografico dei Regi Lagni si è ricavata la relativa curva di probabilità pluviometrica per un tempo di ritorno $T = 50$ anni. Tali curve sono riportate di seguito:

Zona Alta

$$\begin{array}{ll} h = 52.8 d^{0.409} & t < 3 \text{ ore} \\ h = 58.5 d^{0.203} & t > 3 \text{ ore} \end{array}$$

Zona Intermedia

$$\begin{array}{ll} h = 47.0 d^{0.555} & t < 3 \text{ ore} \\ h = 61.6 d^{0.261} & t > 3 \text{ ore} \end{array}$$

Zona Bassa

$$\begin{array}{ll} h = 38.0 d^{0.555} & t < 3 \text{ ore} \\ h = 50.4 d^{0.261} & t > 3 \text{ ore} \end{array}$$

2.1.2 Modello idrologico di piena dei Regi Lagni

I modelli utilizzati per il calcolo delle portate di piena nelle sezioni di interesse riproducono i processi idrologici ed idraulici che si verificano sulla superficie del bacino imbrifero nel corso di una precipitazione meteorica.

Le fasi che hanno caratterizzato il modello idrologico usato per la stima delle portate di piena dei Regi Lagni sono di seguito riportate.

I FASE: calcolo delle precipitazioni di progetto

Ricavate con analisi statistiche le curve di probabilità pluviometrica relative alle diverse zone in cui è stato suddiviso il territorio di interesse, si è definito lo ietogramma di progetto, costituito da un andamento temporale “fittizio” delle intensità di pioggia tale da rispettare le curve di probabilità pluviometrica e riprodurre la massima piena corrispondente ad un prefissato tempo di ritorno.

Le curve di probabilità pluviometrica sono rappresentative di precipitazioni relative al centro dello scroscio e devono, pertanto, essere modificate al fine di ottenere curve valide per l'intera superficie dei bacini considerati.

In particolare, all'aumentare dell'estensione del bacino l'altezza media della precipitazione relativa ad ogni durata diminuisce.

Per le aree in esame le curve di probabilità pluviometrica sono state raggugliate modificando i parametri a ed n in funzione dell'area del bacino ed assumono la seguente forma:

$$h_{d,T} = a'_T d^{n'}$$

dove a' ed n' sono legati ai corrispondenti a ed n dalle seguenti relazioni:

$$a' = a [1 - 0.06 (S/100)^{0.4}]$$

$$n' = n + 0.003 (S/100)^{0.6}$$

in cui S è la superficie del bacino espressa in ettari.

Tali relazioni si applicano per:

- $S > 100$ ha (per superfici inferiori non si effettua alcuna correzione);
- $S < 5000$ ha.

Il bacino dei Regi Lagni ha un'estensione complessiva di 111.919 ha e per esso si è previsto un effetto di attenuazione consistente.

Tuttavia, applicando le precedenti relazioni risulterebbe un'attenuazione del 86% circa che appare eccessiva se confrontata con quella di circa il 9% ottenuta calcolando, con il metodo del Weather Bureau, un coefficiente di ragguglio di circa 0.91.

Prudenzialmente, per il bacino dei Regi Lagni, i coefficienti di ragguglio sono stati calcolati con il metodo del Weather Bureau e sono di seguito riportati:

Zona Alta:	$K = 0.92$
Zona Intermedia:	$K = 0.89$
Zona Bassa:	$K = 0.94$

Le curve di probabilità pluviometrica calcolate forniscono i valori delle altezze totali di pioggia che si verificano in una certa durata, ma non l'andamento con cui le stesse piogge si distribuiscono nel tempo.

L'istogramma utilizzato nel progetto in esame è il cosiddetto "*istogramma Chicago*" che consiste nell'utilizzare una precipitazione di progetto la cui altezza complessiva, per una durata pari a quella critica, è pari a quella fornita dalla curva di probabilità pluviometrica ragguagliata, con andamento temporale conforme a quello medio delle precipitazioni più intense registrate.

La costruzione di tale istogramma muove dalla considerazione che il colmo di piena è influenzato da:

- le condizioni iniziali del bacino: è infatti noto che le piogge se si verificano immediatamente dopo un lungo periodo di siccità vengono in gran parte assorbite dal terreno o trattenute dagli invasi superficiali divenendo non disponibili per lo scorrimento.
Da ciò consegue l'importanza di definire un volume di precipitazione precedente il periodo di massima intensità che produce più propriamente la piena.
- il periodo di massima intensità è posizionato intorno ai 3/8 della durata complessiva di precipitazione.

Per ciascuna delle tre zone in cui è stato suddiviso il bacino in esame, di cui si dispone della curva di probabilità pluviometrica, sono stati calcolati gli istogrammi di progetto.

Essi sono caratterizzati da una durata che per i vari sottobacini è definita in funzione del tempo critico del bacino, assimilato pari al tempo di corrivazione del bacino stesso.

Tale tempo di corrivazione è stato calcolato per tutti i sottobacini gravanti sulle 17 sezioni di calcolo individuate lungo l'asta principale dei Regi Lagni, dalla sezione I alla sezione XVII.

Per ciascuno dei bacini sono stati calcolati la superficie totale, la lunghezza dell'asta principale dell'alveo di competenza, la quota media (mediante il tracciamento delle curve ipsografiche) ed il tempo di corrivazione mediante la nota formula di Giandotti, di seguito riportata:

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8H}$$

in cui:

- S = superficie del bacino (Km²);
- L = lunghezza dell'asta principale (Km);
- H = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura del bacino (m.s.m.).

Inoltre, si è osservato che per i bacini “scarsamente permeabili” serviti dai collettori fognari i suddetti tempi di corrivazione mal si adattano alle reali velocità di percorrenza dei collettori fognari. Pertanto, si è preferito, a vantaggio di sicurezza, calcolare il tempo di corrivazione di ogni bacino valutando la velocità media di deflusso nei vari condotti ed aggiungendo un “tempo di entrata in fognatura” rappresentante il tempo mediamente necessario ad una particella a percorrere la superficie del bacino dal punto di impatto all'ingresso nella più vicina caditoia fognaria.

Per tale tempo di entrata in letteratura sono suggeriti valori compresi tra 5' e 30' in funzione della natura delle aree scolanti. Per le aree urbane del bacino dei Regi Lagni sono stati adottati tempi di entrata costanti pari a 20'.

II FASE: calcolo delle perdite idrologiche

La suddetta precipitazione di progetto deve essere depurata della relativa componente di pioggia che si infiltra nelle aree permeabili del bacino e della parte che è trattenuta nei piccoli invasi della superficie del bacino, che non concorrono alla formazione della portata di piena.

Durante gli eventi di pioggia che interessano la formazione delle onde di piena risultano trascurabili i contributi dovuti all'evapotraspirazione ed dell'intercettazione diretta della pioggia da parte del corso d'acqua.

Come riportato di seguito, per la valutazione della pioggia netta si sono adottate metodologie diverse per le differenti zone in cui è stato suddiviso il bacino dei Regi Lagni.

Essendo le superfici drenanti composte da aree con differenti caratteristiche di assorbimento, il valore del coefficiente di afflusso $\Phi = h_e / h$ (in cui h_e = altezza di pioggia efficace ai fini della formazione del deflusso superficiale; h = altezza di pioggia totale) relativo all'intero sottobacino viene calcolato come media pesata rispetto alle aree componenti:

$$\Phi = \frac{\sum_i \Phi_i A_i}{\sum A_i}$$

I coefficienti di afflusso Φ_i sono stati assunti pari a:

- 0.50 per le aree “scarsamente urbanizzate”;
- 0.10 per le zone poste al fondo dei valloni d'impluvio;
- 0.05 per le aree agricole in pianura.

In particolare, per i torrenti Quindici, Gaudio e Avella, poiché la parte di corona montana dei bacini è costituita dalla fase calcarea, che occupa una percentuale dell'intera superficie di circa il 30%, il coefficiente di afflusso medio dei bacini di tali torrenti è stato assunto pari a 0.075.

III FASE: calcolo della trasformazione precipitazioni nette in deflussi superficiali – portate nella rete idrografica

Tale fase cerca di simulare il complesso fenomeno di moto vario che si instaura lungo tutti gli elementi del reticolo idrografico del bacino e che origina la formazione dell'onda di piena.

Per tale simulazione si è utilizzato il noto modello di Nash, che schematizza l'intero fenomeno idraulico del bacino nei fenomeni d'invaso che avvengono in 3 serbatoi lineari uguali.

Nel modello utilizzato ogni sottobacino è simulato da 3 serbatoi lineari, sia che si tratti di un bacino urbano sia che si tratti di un bacino rurale.

Le portate al colmo di piena corrispondenti al periodo di ritorno $T = 50$ anni relative alle sezioni di calcolo sono di seguito riportate:

Sezione	Portata (m ³ /sec)
1	94.7
2	133.0
3	147.3
4	147.2
5	159.5
6	165
7	170.5
8	311.8
9	387.2
10	406.3
11	424.3
12	424.3
13	489.8
14	536.4
15	546.9
16	568.5
17	568.5
18	568.5

3 RISULTATI DELLO STUDIO IDRAULICO CONDOTTO NELL' AMBITO DEL PROGETTO ESECUTIVO DELLA SISTEMAZIONE DELL' ASTA VALLIVA DEI REGI LAGNI

Lo studio idraulico condotto dal CO.R.IN. nell'ambito del Progetto Esecutivo della sistemazione definitiva dell'asta valliva dei Regi Lagni costituisce un approfondimento degli studi e delle proposte di base del Progetto di Massima relativo allo stesso oggetto approvato dal Commissario Straordinario di Governo.

Si ritiene utile richiamare di seguito, sinteticamente, gli obiettivi di miglioramento dell'assetto idraulico del territorio dei suddetti progetti.

3.1 Caratterizzazione dell'asta valliva dei Regi Lagni

L'asta valliva del Bacino dei Regi Lagni è stata considerata suddivisa in cinque tratti, dei quali solo tre sono attualmente attivi.

Il primo tratto, lungo 30.793 Km, ha origine in corrispondenza del Ponte delle Tavole, alla confluenza dei torrenti Quindici e Frezza, e si estende fino a Ponte Selice.

Il secondo tratto, è lungo 11.760 Km ed è compreso tra Ponte Selice (Statale 7/bis) e Ponte Casale (Strada S. Maria a Cubito).

Il terzo tratto, da Ponte Casale al mare, è lungo 12.803 Km ed è privo di cadente di fondo rispetto al mare in conseguenza dell'altimetria dei territori che esso attraversa.

Tale situazione conferisce al tratto il regime di canale rigurgitato dal mare e soggetto ai flussi di marea.

3.2 Interventi di progetto

Sulla base dello stato dei luoghi dei suddetti tratti il progetto ha previsto i seguenti interventi:

1. la canalizzazione con rivestimento in calcestruzzo del tratto d'alveo ubicato tra Ponte delle Tavole e Ponte S. Antonio, previo adeguamento delle sezioni idrauliche alle portate di progetto;
2. sopraelevazione del fondo alveo da P.te S. Antonio (progressiva 20675.80) fino alla progressiva 1545.60 (circa 719 m a monte della Domiziana) per sfruttare la cadente idraulica esistente tra la quota di fondo a Ponte S. Antonio ed il mare, in modo da disporre alla progressiva 1545.60 di una cadente idraulica rispetto al mare sufficiente per alimentare lo scarico sottomarino nel quale verranno convogliate le portate reflue estive.
3. realizzazione, alla progressiva 1545.60 (ove termina il tratto di canale sopraelevato), di un pozzo di carico delle condotte sottomarine (costituite da un tratto in terraferma lungo 1545 m e da un tratto in mare di 1000 m), in numero e diametro adeguato per convogliare le portate reflue estive dai collettori urbani e dagli stessi impianti di trattamento sotto l'idrostatica minima di metri 0.9 s.m.m.

In particolare, nella soluzione di progetto l'intera asta valliva è stata suddivisa nei seguenti 5 tratti:

- 1° Tratto: dall'origine (Ponte delle Tavole) a Ponte Selice (Km 30.793);
- 2° Tratto: da Ponte Selice a P. S. Antonio (Km 3.883);
- 3° Tratto: da S. Antonio alla progressiva 1545.60 (pozzo carico condotte);
- 4° Tratto: dalla progressiva 1545.60 alla battigia;

- 5° Tratto: condotta sottomarina.

Per tali tratti si riportano, di seguito, le caratteristiche ad essi assegnate.

1° Tratto: Ponte delle Tavole - Ponte Selice

Tale tratto, lungo 30.793 Km, è suddiviso in 10 sottotratti idraulici aventi ciascuno caratteristiche idrauliche (sezioni, pendenze, altezze idriche) differenti in rapporto alle portate che vi defluiranno.

Di seguito si riportano le portate dei singoli tratti, così come desunte dalla relazione idrologica allegata al progetto esecutivo eseguito dal CO.R.IN.:

tratto 0-I:	L=1073.30 m	i = 0.037 %	Q = 94.7 mc/sec
tratto I-II:	L=1923.10 m	i = 0.030 %	Q = 133.0 mc/sec
tratto II-III:	L=2974.00 m	i = 0.037 %	Q = 147.3 mc/sec
tratto III-IV:	L=5946.00 m	i = 0.025 %	Q = 147.2 mc/sec
tratto IV-V:	L=1494.50 m	i = 0.028 %	Q = 159.5 mc/sec
tratto V-VI:	L=2395.10 m	i = 0.028 %	Q = 165.0 mc/sec
tratto VI-VII:	L=3932.00 m	i = 0.041 %	Q = 170.5 mc/sec
tratto VII-VIII:	L=3853.60 m	i = 0.048 %	Q = 311.8 mc/sec.
tratto VIII-IX:	L=3965.10 m	i = 0.046 %	Q = 387.2 mc/sec
tratto IX-X:	L=3289.00 m	i = 0.046 %	Q = 406.3 mc/sec

In virtù di tali portate, allo scopo di non alterare l'assetto idraulico del bacino afferente al singolo tratto, evitando sia l'allagamento di vaste aree di territorio latitante l'asta valliva dei Regi Lagni, sia le conseguenze negative che un eccessivo incremento dei livelli idrici in alveo avrebbe potuto avere nei confronti del flusso di alimentazione e delle quote della falda ivi presente, il progetto esecutivo eseguito dal CO.R.IN. ha previsto che in seguito agli interventi di sistemazione i livelli idrici in alveo non avrebbero dovuto superare quelli mediamente riscontrabili in passato.

Di conseguenza, per il sostanziale rispetto di tali livelli idrici, in fase progettuale la capacità di deflusso dell'alveo è stata migliorata senza alterarne l'assetto idraulico, migliorando il coefficiente di scabrezza delle attuali sezioni idriche (in modo da elevare il coefficiente di Strickler a $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) ed ampliandole modestamente con la sola

modifica della pendenza delle scarpate di sponda delle golene dalla pendenza 1/1 a 2/3 e, in maniera non significativa, delle quote di fondo golena.

Con riferimento alla capacità di trasporto del materiale solido proveniente da monte, lo stesso progetto redatto dal CO.R.IN. prevede che tale materiale solido riesce ad essere convogliato a valle fino a quando il diametro caratteristico delle particelle risulta inferiore a 0.6 cm.

I depositi di particelle solide aventi diametro maggiore dovranno essere annualmente rimossi al fine di evitare la riduzione della effettiva sezione idraulica del canale, che ne pregiudicherebbe la officiosità idraulica.

In definitiva, allo scopo di garantire una efficiente sistemazione dell'asta valliva dei Regi Lagni è necessario affiancare a tale sistemazione una serie di interventi sulle aste degli affluenti montani, in modo da ridurre la quantità di materiale solido trasportato a valle.

2° Tratto: Ponte Selice- Ponte S. Antonio

Tale tratto, lungo 3.883 Km, è suddiviso 2 sottotratti aventi ciascuno caratteristiche idrauliche e geometriche identiche.

Di seguito si riportano le portate di ognuno, così come desunte dalla relazione idrologica allegata al progetto esecutivo eseguito dal CO.R.IN.:

tratto X-XI:	L= 2911.50 m	i = 0.060 %	Q = 424.3 mc/sec.
tratto XI-XII:	L= 943.30 m	i = 0.060 %	Q = 424.3 mc/sec.

Nel progetto vengono rispettate le precedenti altezze idriche in quanto le portate di progetto, maggiori di quelle defluenti prima dell'intervento di sistemazione, risultano convogliabili mediante un limitato ampliamento delle sezioni ma, soprattutto, per il rivestimento della sezione con calcestruzzo in modo da elevare il coefficiente di scabrezza (Strickler) a $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

3° Tratto: Ponte S. Antonio – Pozzo di carico condotte sottomarine (progressiva 1545.60)

Tale tratto, lungo complessivamente 19.130 Km, è suddiviso in tre ulteriori sottotratti.

Il primo, va da Ponte S. Antonio alla immissione nel collettore Casapesenna ed è lungo 7410.3 m.

Le portate affluenti a tale tratto di alveo hanno i seguenti valori:

tratto XII-XIII:	L= 2098.40 m	i = 0.036 %	Q = 489.8 mc/sec.
tratto XIII-XIV:	L= 5345.40 m	i = 0.052 %	Q = 536.4 mc/sec.

Il secondo sottotratto, tra il collettore Casapesenna ed il collettore di Villa Literno, è lungo 3725.5 m.

La portata affluente a tale tratto di alveo ha il seguente valore:

tratto XIV-XV:	L= 3673.00 m	i = 0.017 %	Q = 546.9 mc/sec.
----------------	--------------	-------------	-------------------

Il terzo sottotratto va dall'immissione del Collettore di Villa Literno al Pozzo di carico delle condotte (progressiva 1545.60) ed è lungo 7994.40 m.

Le portate ad esso affluenti hanno i seguenti valori:

tratto XV-17:	L= 7784.40 m	i = 0.016 %	Q = 568.5 mc/sec.
tratto 17-XVII:	L= 210.00 m	i = 0.014 %	Q = 568.5 mc/sec.

4° Tratto: dal pozzo di carico alla battigia

La lunghezza di tale tratto è di complessivi 1545.6 m.

Tale tratto di canale ha sezione rettangolare, contenuta entro paratie, con sommità a quota +3.80, spingentesi fino alla profondità di 15 m circa al di sotto del punto più depresso del terreno interessato.

Le portate affluenti al tratto di alveo in esame hanno i seguenti valori:

tratto XVII-7':	L= 718.80 m	i = 0.085 %	Q = 568.5 mc/sec.
tratto 7'-XVIII:	L= 826.80 m	i = 0.041 %	Q = 568.5 mc/sec.

Schema riepilogativo degli Interventi di progetto

Per ciascuno dei suddetti tratti si riassumono le caratteristiche idrauliche:

sez.1	tratto 0-I:	L=1073.30 m	i = 0.037 %	Q =94.7 m ³ /sec
sez.2	tratto I-II:	L=1923.10 m	i = 0.030 %	Q = 133.0 m ³ /sec
sez.3	tratto II-III:	L=2974.00 m	i = 0.037 %	Q = 147.3 m ³ /sec
sez.4	tratto III-IV:	L=5946.00 m	i = 0.025 %	Q = 147.2 m ³ /sec
sez.5	tratto IV-V:	L=1494.50 m	i = 0.028 %	Q = 159.5 m ³ /sec

sez.6	tratto V-VI:	L=2395.10 m	i = 0.028 %	Q = 165.0 m ³ /sec
sez.7	tratto VI-VII:	L=3932.00 m	i = 0.041 %	Q = 170.5 m ³ /sec
sez.8	tratto VII-VIII:	L=3853.60 m	i = 0.048 %	Q = 311.8 m ³ /sec
sez.9	tratto VIII-IX:	L=3965.10 m	i = 0.046 %	Q = 387.2 m ³ /sec
sez.10	tratto IX-X:	L=3289.00 m	i = 0.046 %	Q = 406.3 m ³ /sec
sez.11	tratto X-XI:	L=2911.50 m	i = 0.060 %	Q = 424.3 m ³ /sec
sez.12	tratto XI-XII:	L= 943.30 m	i = 0.060 %	Q = 424.3 m ³ /sec
sez.13	tratto XII-XIII:	L= 2098.40 m	i = 0.036 %	Q = 489.8 m ³ /sec
sez.14	tratto XIII-XIV:	L= 5345.40 m	i = 0.052 %	Q = 536.4 m ³ /sec
sez.15	tratto XIV-XV:	L= 3673.00 m	i = 0.017 %	Q = 546.9 m ³ /sec
sez.16	tratto XV-XVI:	L= 865.00 m	i = 0.016 %	Q = 568.5 m ³ /sec
sez.17	tratto XVI-17:	L= 6919.40 m	i = 0.016 %	Q = 568.5 m ³ /sec
sez.18	tratto 17-XVII:	L= 210.00 m	i = 0.014 %	Q = 568.5 m ³ /sec
	tratto XVII-7':	L= 718.80 m	i = 0.085 %	Q = 568.5 m ³ /sec
	tratto 7'-XVIII:	L= 826.80 m	i = 0.041 %	Q = 568.5 m ³ /sec

In particolare, si osserva che nel 1° tratto (compreso tra Ponte delle Tavole e Ponte Selice), che si sviluppa dalla sezione I alla sezione X con una lunghezza complessiva pari a 30767.77 m, la tipologia degli interventi è uguale ed è caratterizzata:

- da un limitato ampliamento della ampiezza di base con modifica delle scarpate di golenia dalla pendenza 1/1 a quella 2/3;
- dal rivestimento delle sezioni in calcestruzzo cementizio di spessore 20 cm.

Nel 2° tratto, compreso tra Ponte Selice e Ponte S. Antonio (dalla sezione X alla sezione XII), si prevede:

- l'ampliamento della sezione, mediante la riduzione dei preesistenti argini;
- rivestimento della sezione in calcestruzzo cementizio.

Nel 3° tratto, da Ponte S. Antonio (sezione XII) al pozzo di carico delle condotte sottomarine (progressiva 1545.60), si prevedono le seguenti tipologie di intervento:

- l'ampliamento della sezione;

- il rivestimento della sezione in calcestruzzo cementizio di spessore 20 cm;
- l'innalzamento del fondo attraverso un rinterro di altezza variabile;.

A valle del suddetto pozzo di carico il canale risulta contenuto da due paratie laterali.

Lo sbocco in mare è costituito da uno zatterone in calcestruzzo allo scopo di proteggere lo sbocco dalla risacca.

Infine, lo scarico sottomarino si compone di due tratti, uno in terra ferma, lungo 1545 metri, costituito da due condotte in cemento armato ordinario, ed un tratto in mare avente lunghezza di 1000 metri e costituito da due condotte affiancate in acciaio.

4 COMPATIBILITÀ IDRAULICA TRA IL CANALE REGI LAGNI ED I RELATIVI AFFLUENTI

In questo paragrafo si riportano i risultati di uno studio finalizzato ad ottenere una stima delle massime portate che i diversi affluenti possono recapitare nel canale Regi Lagni.

Per fare ciò si è fatto riferimento, preventivamente, alle portate che possono defluire nei diversi tratti dell'asta valliva dei RR.LL. in seguito agli interventi di sistemazione descritti nei precedenti paragrafi.

Successivamente, sono state stimate le portate che, compatibilmente con le suddette capacità di convogliamento, i diversi affluenti possono addurre nel canale Regi Lagni.

In particolare, ipotizzando diversi valori della scabrezza ($K=55 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, $K=65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, $K=70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) sono state tracciate le scale di deflusso, in condizione di moto uniforme, relative alle sezioni caratteristiche attribuite ai diversi tratti del canale RR.LL. in seguito all'intervento di sistemazione eseguito precedentemente al 2002 sullo stesso canale.

Per ciascuna sezione di progetto le scale di deflusso hanno permesso di valutare, per le diverse scabrezze, il tirante idrico associato alle relative portate di progetto e, di conseguenza, il corrispondente franco di sicurezza.

Inoltre, attraverso le stesse scale di deflusso è stato possibile valutare la massima portata convogliabile da ogni sezione, per gli stessi valori del coefficiente K , corrispondenti ad un franco nullo.

I risultati delle suddette operazioni sono riportati nella seguente tabella:

Sez.	Tratto	$Q_{T=50}$	K	$h_{u,T=50}$	$f_{T=50}$	Q_{max}
		(m ³ /sec.)		(m)	(m)	(m ³ /sec)
1	Tratto 0-I	94,70	55	4,60	0,50	120,00
			65	4,31	0,79	143,00
			70	4,18	0,92	152,00
2	Tratto I-II	133,00	55	insuff.		130,00
			65	4,81	0,29	155,00
			70	4,68	0,42	166,00
3	Tratto II-III	147,30	55	4,70	0,40	182,00
			65	4,38	0,72	218,00
			70	4,25	0,85	232,00
4	Tratto III-IV	147,20	55	4,50	0,60	195,00
			65	4,25	0,85	231,00
			70	4,10	1,00	249,00
5	Tratto IV-V	159,50	55	4,45	0,65	220,00
			65	4,18	0,92	259,00
			70	4,02	1,08	279,00
6	Tratto V-VI	165,00	55	4,52	0,58	220,00
			65	4,25	0,85	259,00
			70	4,11	0,99	279,00
7	Tratto VI-VII	170,50	55	4,25	0,85	263,00
			65	3,95	1,15	311,00
			70	3,82	1,28	335,00
8	Tratto VII-VIII	311,80	55	insuff.		285,00
			65	4,95	0,15	338,00
			70	4,82	0,28	365,00
9	Tratto VIII-IX	387,20	55	insuff.		355,00
			65	4,95	0,15	385,00
			70	4,75	0,35	450,00
10	Tratto IX-X	406,30	55	insuff.		405,00
			65	4,75	0,35	480,00
			70	4,52	0,58	515,00

11	Tratto X-XI	424,30	55	4,90	0,20	465,00
			65	4,45	0,65	550,00
			70	4,31	0,79	594,00
12	Tratto XI-XII	424,30	55	4,90	0,20	421,00
			65	4,45	0,65	550,00
			70	4,31	0,79	594,00
13	Tratto XII-XIII	489,80	55	5,02	0,08	490,00
			65	4,60	0,50	602,00
			70	4,38	0,72	650,00
14	Tratto XIII-XIV	536,40	55	insuff.		492,00
			65	3,90	0,15	582,00
			70	3,75	0,30	628,00
15	Tratto XIV-XV	546,90	55	insuff.		425,00
			65	insuff.		505,00
			70	insuff.		543,00
16	Tratto XV-XVI	568,50	55	insuff.		442,00
			65	insuff.		523,00
			70	insuff.		564,00
17	Tratto XVI-17	568,50	55	insuff.		510,00
			65	3,98	0,07	600,00
			70	3,82	0,23	648,00
18	Tratto 17-XVII	568,50	55	insuff.		482,00
			65	4,03	0,02	568,00
			70	3,90	0,15	618,00

in cui:

- $Q_{T=50}$: portata al colmo di piena corrispondente ad un periodo di ritorno $T = 50$ anni;
- K : coefficiente rappresentativo della scabrezza della sezione;
- $h_{u_{T=50}}$: tirante di moto uniforme corrispondente alla portata $Q_{T=50}$;
- $f_{T=50}$: franco di sicurezza relativo alla portata $Q_{T=50}$;
- Q_{max} : massima capacità di convogliamento della sezione.

Successivamente si è operata una stima delle portate che i diversi affluenti possono recapitare nel canale dei Regi Lagni rispettando le condizioni di progetto dello stesso canale, sia in termini di portate sia rispetto al tirante idrico e, quindi, al relativo franco di sicurezza.

I risultati di tale stima, ottenuti con riferimento al già citato studio idrologico del progetto esecutivo della sistemazione definitiva dell'asta valliva dei Regi Lagni redatto dal CO.R.IN., sono sintetizzati nella seguente tabella.

Bacino	$Q_{T=50}$ (m³/sec.)
Quindici	63.0
Gaudo	30.7
Avella	26.3
Spirito Santo	9.9
Somma	15.2
Palata	12.9
Carmignano	7.6
Arena	6.4

NOTA:

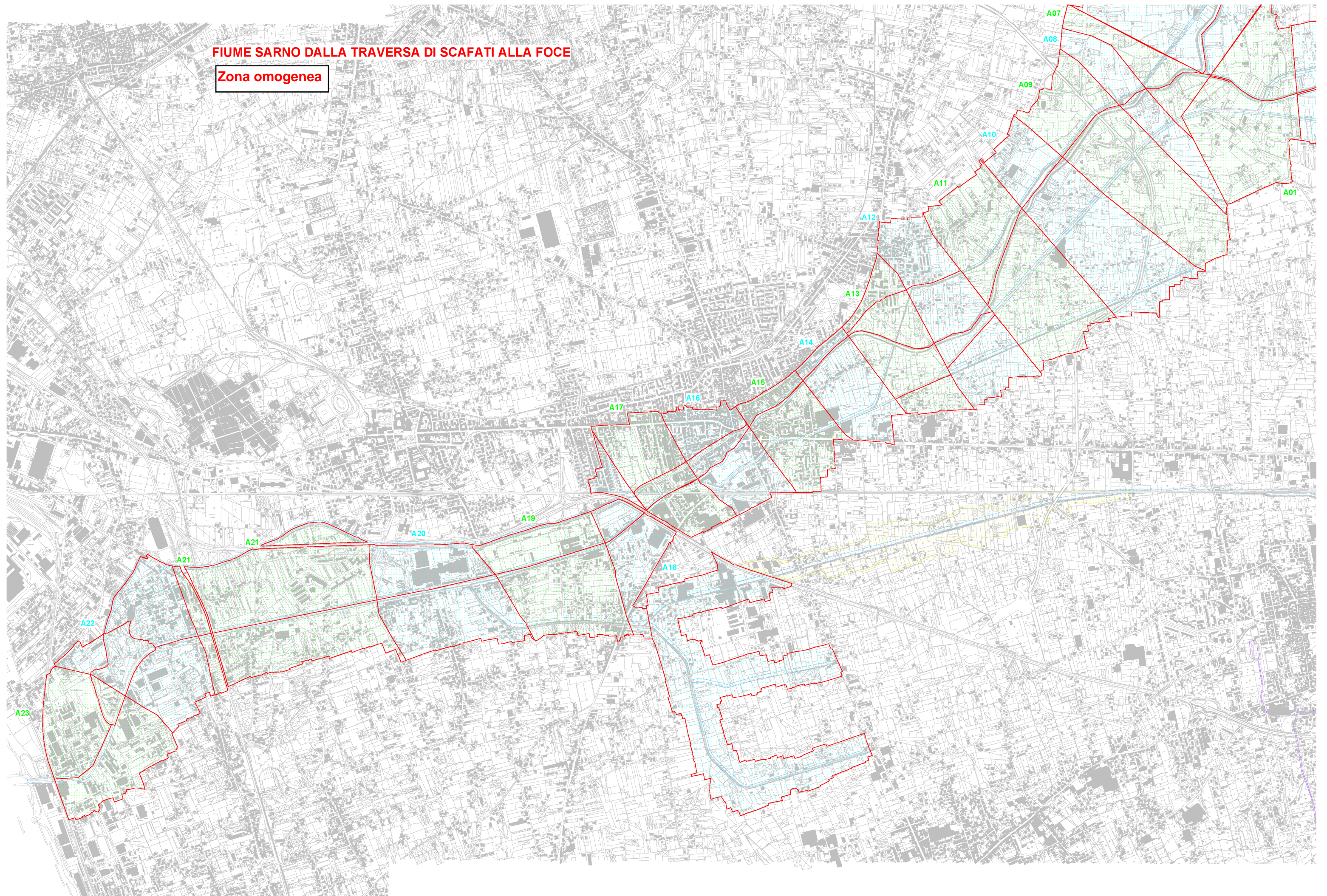
Le portate, proposte per T=50 anni in seno al citato studio CORIN allegato al PAI 2002, hanno valori da considerarsi cautelativi rispetto a quelli stimabili, nelle medesime sezioni fluviali, con un calcolo eseguito, per un identico periodo di ritorno, con le leggi di pioggia proposte nell'aggiornamento PSAI del 2010,.

*Pertanto, saranno ritenuti validi tanto gli studi idraulici eseguiti, nelle predette sezioni d'alveo con le portate tabellate, o con portate dedotte con le leggi di pioggia riportate nei paragrafi precedenti, quanto quelli eseguiti con portate ottenute mediante l'impiego delle più recenti leggi di probabilità pluviometriche, che vogliono il territorio del bacino ex nord Occidentale della Campania suddiviso in zona Litoranea, Pedemontana ed Interna le cui caratteristiche vengono illustrate nella **relazione idrologica**.*

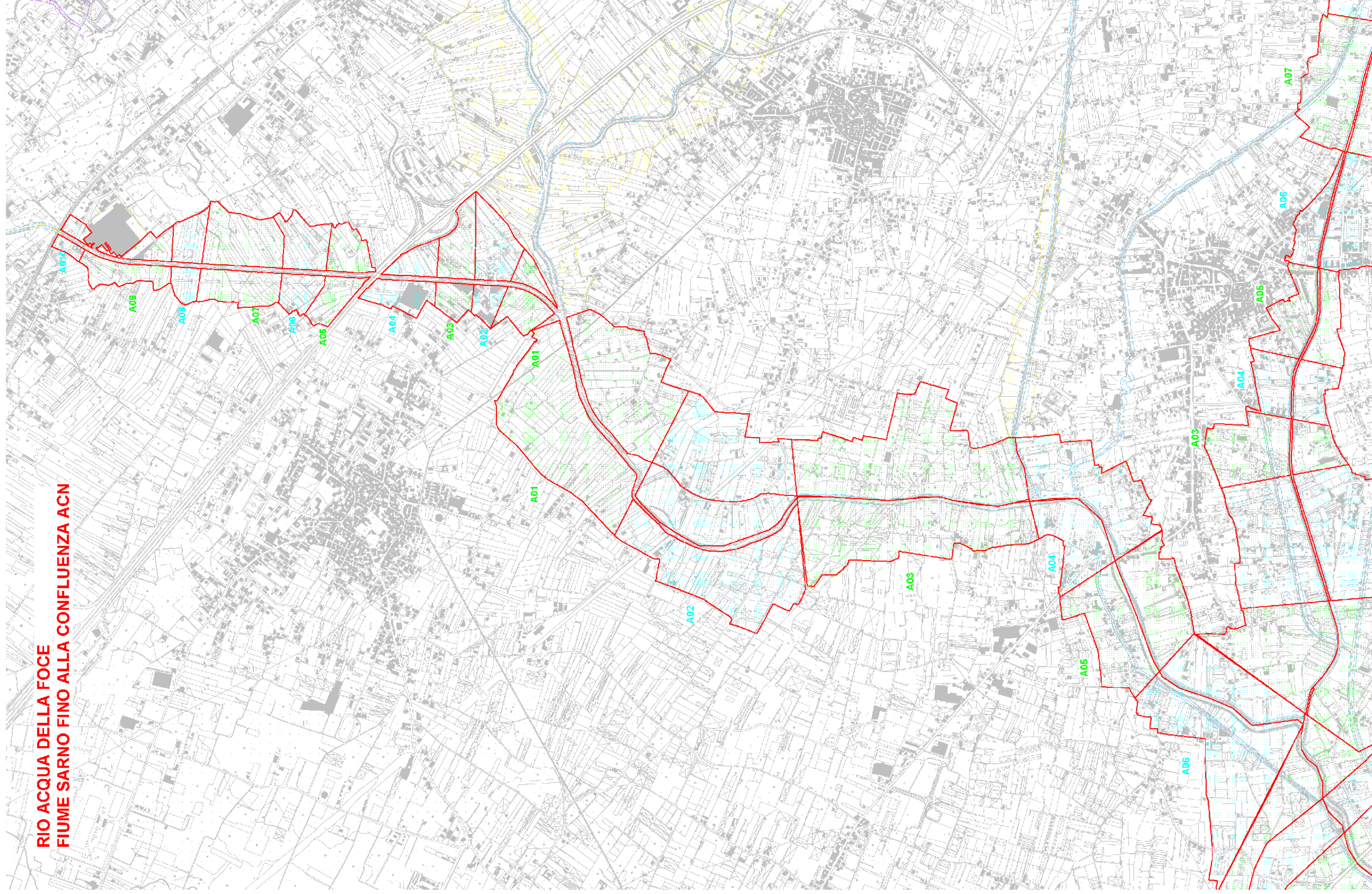
APPENDICE 4 - RISULTATI DEGLI STUDI AdB SARNO

FIUME SARNO DALLA TRAVERSA DI SCAFATI ALLA FOCE

Zona omogenea

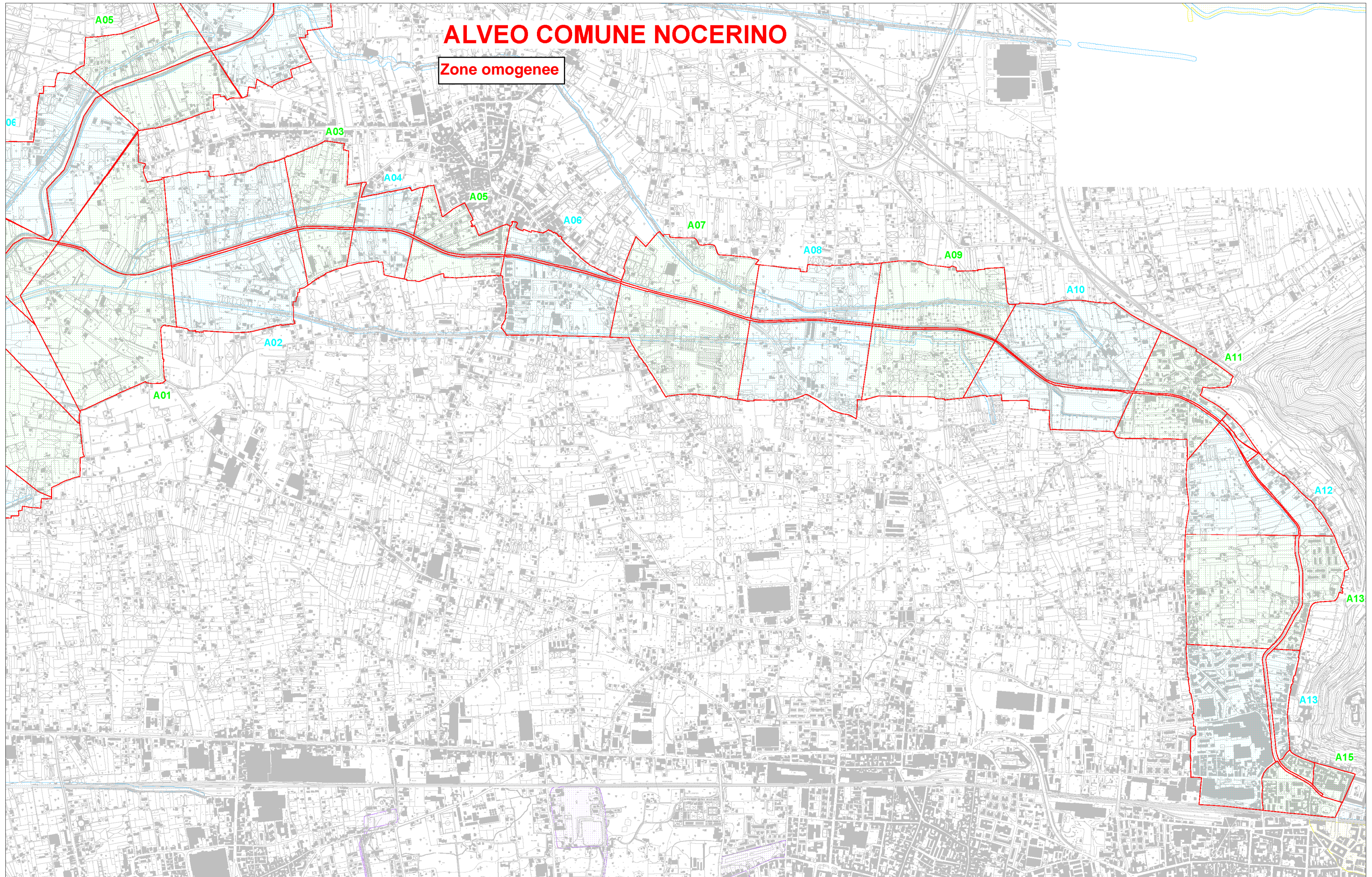


**RIO ACQUA DELLA FOCE
FIUME SARNO FINO ALLA CONFLUENZA ACN**



ALVEO COMUNE NOCERINO

Zone omogenee



Volumi di esondazione e tiranti idrici medi per piene centennali

AREA	Sezioni_Hec	V _{esond,100}	A _{dx, FASCIA A}	A _{sx, FASCIA A}	A _{dx, FASCIA B}	A _{sx, FASCIA B}	h _{m,dx, FASCIA A}	h _{m,sx, FASCIA A}	h _{m,dx, FASCIA B}	h _{m,sx, FASCIA B}
		[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m]
A1	780	209 421	0	0	357 979	268 154	0.00	0.00	0.29	0.39
	771									
	769									
	760									
	750									
A2	750	215 510	0	167 595	296 988	256 294	0.00	> 1	0.36	0.25
	741									
	739									
	730									
	720									
	710									
A3	710	260 532	0	0	350 076	443 284	0	0	0.14	0.14
	700									
	690									
	680									
	670									
A4	660		0	0	116 793	220 424				
650										
A5	639		0	0	168 863	151 629				
	630									
	620									
A6	610		0	0	328 488	147 359				
	600									
	590									
A7	590	83 340	0	0	142 047	71 331	0	0	0.29	0.58
	580									
A8	570	95 171	0	0	125 841	151 611	0	0	0.38	0.31
A9	560	168 842	0	0	215 904	545 992	0	0	0.39	0.15
	550									
A10	540	117 742	0	0	157 250	574 574	0	0	0.37	0.10
A11	530	186 108	0	0	278 682	494 112	0	0	0.33	0.19
	520									
A12	510	144 219	153 492	44 725	168 371	190 275	>1	>1	0.22	0.31
	501									
A13	499	120 252	117 980	158 706	63 931	77 421	>1	>1	0.33	0.25
	490									
	480									
A14	480	109 076	0	0	32 748	260 280	0.00	0.00	1.67	0.21
	470									
	460									
A15	460	97 900	0	0	52 856	265 506	0.00	0.00	0.93	0.18
	451									
	449									
	440									
A16	440	102 361	49 355	0	119 686	179 700	>1	0.00	0.22	0.28
	431									
	429									
	420									
	410									
	401									
A17	399	77 700	55 916	0	191 763	122 708	>1	0.00	0.16	0.32
	390									
	381									
	379									
	371									
	369									
	361									
	359									
	351									
A18	349	70 218	0	0	111 061	179 890	0.00	0.00	0.32	0.20
	341									
A19	339	159 743	0	0	182 389	376 528	0.00	0.00	0.44	0.21
	330									
	320									
	311									
A20	309	175 524	0	0	220 937	355 742	0.00	0.00	0.40	0.25
	300									
	290									
	280									
	270									
	261									
A21	259	238 481	0	0	612 736	399 003	0.00	0.00	0.19	0.30
	250									
	241									
	239									
	230									
	221									
	219									
	210									
	201									
	199									
	190									
	180									
	171									
	169									
	160									
	150									

AREA	Sezioni_Hec	V _{esond,100}	A _{dx, FASCIA A}	A _{sx, FASCIA A}	A _{dx, FASCIA B}	A _{sx, FASCIA B}	h _{m,dx, FASCIA A}	h _{m,sx, FASCIA A}	h _{m,dx, FASCIA B}	h _{m,sx, FASCIA B}
		[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m]
A22	141	92 562	97 846	0	279 769	232 317	>1	0.00	0.12	0.20
	139									
	130									
	120									
A23	120	248 676	37 579	0	250 764	288 774	>1	0.00	0.43	0.43
	110									
	101									
	99									
	91									
	89									
	80									
	70									
	61									
	59									
	50									
	41									
	39									
	31									
	29									
	20									
	10									

(*) Nei casi in cui l'altezza idrica in fascia A non è stata calcolata ma viene indicata come maggiore di 1

canali di bonifica. E' evidente che in questi casi la definizione della stessa Fascia A è stata effettuata tenendo conto **non solo** dei volumi di esondazioni ma **soprattutto** delle particolari condizioni fisiche e/o morfologiche che determinano accumuli di acqua contemporanei alla esondazione. Ovviamente in tali casi il volume totale di esondazione sarà sempre minore dei volumi calcolati nelle fasce A e B.

Volumi di esondazione e tiranti idrici medi per piene centennali e trecentennali

AREA	Sezioni_Hec	A _{dx, 100}	A _{sx, 100}	V _{esond, 1 00}	h _{m, dx, 100}	h _{m, sx, 100}	A _{dx, 300}	A _{sx, 300}	V _{esond, 300}	h _{m, dx, 300}	h _{m, sx, 300}
		[m ²]	[m ²]	[mc]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[mc]	[m]	[m]
A01	10	65530	27079	19068	0.15	0.35	65530	27079	25293	0.19	0.47
	20										
A02	30	49033	78062	25501	0.26	0.16	49033	78062	33828	0.34	0.22
	40										
	50										
A03	50	33233	62000	19253	0.29	0.16	57269	62000	25540	0.22	0.21
A04	60	52672	52197	43408	0.41	0.42	166141	52197	57581	0.17	0.55
	70										
A05	70	66923	44738	21555	0.16	0.24	66923	44738	28593	0.21	0.32
	80										
A06	90	50760	82181	45790	0.45	0.28	50760	82181	60740	0.6	0.37
	100										
A07	100	79150	75848	42916	0.27	0.28	79150	75848	56929	0.36	0.38
	110										
	120										
A08	120	26111	38814	7546	0.14	0.1	26111	38814	10010	0.19	0.13
A09	130	58717	140729	29933	0.25	0.11	58717	140729	39707	0.34	0.14
	140										
	150										
	160										
	170										
A10	170	37687	27079	10001	0.13	0.18	37687	27079	13266	0.18	0.24
	180										
	190										

Acqua della Foce

Area	Sezioni in planimetria	V _{esond,100}	A _{dx,FASCIA A}	A _{sx,FASCIA A}	A _{dx,FASCIA B}	A _{sx,FASCIA B}	h _{m,dx,FASCIA A}	h _{m,sx,FASCIA A}	h _{m,dx,FASCIA B}	h _{m,sx,FASCIA B}
		[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m]
A1	90	367 003	0	0	225 439	432 605	0.00	0.00	0.81	0.42
	91									
	92									
	93									
	94									
A2	94	90 326	0	0	250 557	267 519	0.00	0.00	0.18	0.17
	95									
	96									
A3	96	38 750	0	0	130 519	56 684	0.00	0.00	0.15	0.34
	97									
A4	97	40 505	0	0	62 442	58 467	0.00	0.00	0.32	0.35
	98									
	99									
A5	99	67 644	0	0	88 961	62 882	0.00	0.00	0.38	0.54
	100									
	101									
A6	101	81 550	0	0	57 413	197 782	0.00	0.00	0.71	0.21
	102									
	103									
	104									
A7	104	90 866	0	0	188 518	275 226	0.00	0.00	0.24	0.17
	105									
	106									
	107									
	108									
	109									
A8	110	87 896	0	0	174 311	259 390	0.00	0.00	0.25	0.17
	111									
	112									
	113									
A9	113	85 061	0	0	216 193	199 845	0.00	0.00	0.20	0.21
	114									
	115									
	116									
A10	116	105 988	0	0	281 375	161 219	0.00	0.00	0.19	0.33
	117									
	118									
	119									
A11	119	165 459	0	0	106 972	98 995	0.00	0.00	0.77	0.84
	120									
	121									
	122									
A12	122	252 044	59 853	0	9 549	197 535	1.75	0.00	0.88	0.64
	123									
	124									
	125									
A13	125	227 857	89 190	0	0	313 446	1.28	0.00	0.00	0.36
	126									
	127									
	128									
A14	128	225 052	55 641	0	0	310 739	2.02	0.00	0.00	0.36
	129									
	130									
	131									
	132									
	133									
A15	133	138 116	15 263	66 986	28 104	0	2.94	1.03	0.86	0.00
	301									
	302									
	303									
	304									
	134									
	135									