

PIANO STRALCIO DI DIFESA DALLE ALLUVIONI

BACINO VOLTURNO

RELAZIONE

Settembre '99

**PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DALLE ALLUVIONI
BACINO FIUME VOLTURNO**

INDICE DEI CAPITOLI

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUZIONE | 3 |
| 1.1. Finalità. | 3 |
| 1.2. Ambiti di applicazione | 4 |
| 1.3. Modalità di redazione del PSDA | 5 |
| 2. CRITERI DI BASE DEL PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DALLE ALLUVIONI | 9 |
| 2.1. Criteri per la regolamentazione delle Fasce fluviali | 9 |
| 2.2. Criteri per la delimitazione delle aree libere e delle zone umide | 10 |
| 2.3. Criteri per la programmazione degli interventi strutturali | 11 |
| 3. DATI DISPONIBILI | 14 |
| 3.1. Principali risultati degli studi precedenti | 14 |
| 3.1.1. Fase conoscitiva Piano di Bacino - Studio Sapro | 14 |
| 3.1.2. Avvio Sistema Informativo - Studio C.U.G.RI. | 14 |
| 3.1.3. Aspetti urbanistici - Studio CIRAM | 16 |
| 3.2. Cartografia | 18 |
| 3.3. Rilievi topografici | 19 |
| 3.4. Catasto opere idrauliche | 22 |
| 3.5. Reti idropluviometriche e dati utilizzati | 22 |
| 4. DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI | 25 |
| 4.1. Tratti d'alveo considerati | 25 |
| 4.2. Modello idrologico | 25 |
| 4.3. Modello idraulico | 26 |
| 4.3.1. Modello idraulico in moto permanente | 26 |
| 4.3.2. Modello idraulico in moto vario | 27 |
| 4.3.3. Modelli idraulici di inondazione di ampie aree pianeggianti | 27 |
| 4.4. Risultati | 27 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 4.4.1. | Portate di piena naturali | 27 |
| 4.4.2. | Effetto di laminazione esercitato dagli invasi di Ripaspaccata e Fossatella (Alto Volturno Molisano) | 29 |
| 4.4.3. | Scolmatore Rava-Volturno. | 31 |
| 4.4.3.1. | Portate di calcolo per gli scenari con e senza scolmatore | 33 |
| 4.4.4. | Caratteristiche dei bacini considerati. | 33 |
| 4.4.4.1. | Cavaliere a monte di Fossatella | 33 |
| 4.4.4.2. | Cavaliere a monte della confluenza Volturno. | 34 |
| 4.4.4.3. | Volturno a monte di Ripaspaccata. | 36 |
| 4.4.4.4. | Volturno a monte della confluenza Cavaliere. | 37 |
| 4.4.4.5. | Volturno a valle della confluenza Cavaliere. | 38 |
| 4.4.4.6. | Volturno alla confluenza Lorda. | 39 |
| 4.4.4.7. | Volturno alla confluenza Rava delle Copelle | 40 |
| 4.4.4.8. | Volturno alla confluenza Sava. | 42 |
| 4.4.4.9. | Volturno alla confluenza S. Bartolomeo. | 44 |
| 4.4.4.10. | Volturno alla confluenza Lete. | 46 |
| 4.4.4.11. | Volturno dalla confluenza con il Lete alla confluenza con il Torano. | 48 |
| 4.4.4.12. | Volturno dalla confluenza con il Torano alla confluenza con il Titerno. | 52 |
| 4.4.4.13. | Volturno dalla confluenza con il Titerno alla confluenza con il Calore. | 54 |
| 4.4.4.14. | Volturno dalla confluenza con il Calore Irpino alla foce. | 56 |
| 4.4.4.15. | Calore dal ponte SS 90bis alla confluenza Sabato. | 60 |
| 4.4.4.16. | Calore dalla confluenza con lo Sabato alla confluenza con lo Ienga. | 63 |
| 4.4.4.17. | Calore dalla confluenza con lo Ienga alla confluenza con il Volturno | 65 |
| 4.4.4.18. | 4.4.4.18 Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore I. | 68 |
| 4.4.4.19. | Tammaro da Campolattaro alla confluenza con il Calore Irpino | 70 |
| 4.4.4.20. | T. Rava - T. S.Bartolomeo dall'attraversamento SS 85 Venafro Isernia alla confluenza con il Volturno. | 73 |
| 4.5. | Indicatori. | 76 |
| 4.6. | Individuazione e classificazione degli squilibri. | 77 |
| 4.6.1. | Descrizione. | 77 |
| 4.6.2. | Squilibri individuati. | 79 |
| 4.6.2.1. | Fiume Volturno. | 79 |
| 4.6.2.2. | Fiume Calore Irpino dal Ponte della SS 90 bis alla confluenza con il Fiume Volturno. | 86 |
| 4.6.2.3. | Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore | 87 |
| 4.6.2.4. | Tammaro da Campolattaro alla confluenza con il Calore | 87 |
| 4.6.2.5. | T. Rava - T. S.Bartolomeo dall'attraversamento SS 85 Venafro Isernia alla confluenza con il Volturno. | 87 |
| 5. | PIANO DEGLI INTERVENTI. | 89 |
| 5.1. | Interventi strutturali proposti. | 89 |
| 5.1.1. | Requisiti. | 89 |
| 5.1.2. | Definizione delle priorità. | 91 |
| 5.2. | Regolamentazione d'uso delle fasce fluviali. | 91 |
| 5.3. | Piano di emergenza | 95 |
| 6. | TAVOLE FUORI TESTO | 98 |

PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DALLE ALLUVIONI BACINO DEL VOLTURNO

1. Introduzione

1.1. FINALITÀ.

L'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno ha avviato la redazione del Piano di Bacino, strumento dinamico ed in continuo aggiornamento preposto alla tutela dell'integrità fisica del territorio sotto i suoi molteplici aspetti (geologico, idrologico, idrogeologico, idraulico, ambientale, urbanistico, agrario e paesaggistico).

Il compito delegato alle Autorità di Bacino è sicuramente arduo e difficile perché per garantire una pianificazione omogenea ed integrata si pone il problema di assicurare, da un lato le rispettive autonomie dei vari Enti territoriali coinvolti, dall'altro lato di intervenire con una programmazione che raccordi le varie azioni.

La legge 183/89 pone l'accento su una programmazione quadro di organica attività urbanistica per eliminare i possibili contrasti fra gli interventi di settore, per risolvere eventuali interferenze e sovrapposizioni, per rendere compatibili le scelte con le peculiari vocazioni dei luoghi e nel rispetto dell'ambiente.

L'obiettivo è quello di considerare il territorio, nel suo insieme di valori naturali e culturali, come un'enorme risorsa non riproducibile da tutelare e conservare, ripensando ad un migliore e soprattutto diverso uso da quello perpetrato negli ultimi anni, mirato essenzialmente allo sfruttamento, al consumo ed alla mercificazione dei beni naturali.

La legge 183/89 all'art. 17, così come modificato dall'art. 12 della legge 493/93, prevede che *"i piani di bacino idrografico possono essere redatti ed approvati anche per stralci relativi a settori funzionali che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali e interrelate rispetto ai contenuti di cui al comma 3. Deve comunque essere garantita la considerazione sistemica del territorio e devono essere disposte, ai sensi del comma 6-bis, le opportune misure inibitorie e cautelative in relazione agli aspetti non ancora compiutamente disciplinati"*.

Avvalendosi di quanto previsto dall'art. 12 della Legge 493/93, l'Autorità di Bacino ha predisposto il "Piano stralcio per la difesa dalle alluvioni" (PSDA) relativamente ai corsi d'acqua principali del F. Volturno.

Il PSDA è lo strumento diretto al conseguimento di condizioni accettabili di sicurezza idraulica del territorio, nell'ambito più generale della salvaguardia delle componenti ambientali all'interno delle fasce di pertinenza fluviale.

Con il PSDA si intende dare una svolta di metodo alla pianificazione ripensando ad un diverso uso del territorio predisponendo, da un lato, un programma integrato di interventi e proponendo, dall'altro un sistema normativo dettagliato.

Le proposte di intervento nonché vincoli e norme di tutela e di salvaguardia, dettate dal PSDA, saranno inserite nei piani regionali, provinciali e comunali.

Le finalità generali che il piano stralcio persegue sono dettate all'art.3 della legge 183/89 con particolare riferimento alle lettere b, c, l, m, n e q attraverso:

- "la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua";
- "la moderazione delle piene";
- "la manutenzione delle opere";
- "la regolamentazione dei territori interessati dalle piene"
- "le attività di prevenzione ed allerta attraverso lo svolgimento funzionale di polizia idraulica, di piena e di pronto intervento"

Con l'adozione del PSDA si consente:

- l'avviamento di un processo di pianificazione di bacino, basato su un approccio non puntuale ai singoli dissesti bensì sull'inquadramento degli stessi alla scala di bacino, rispetto al quale siano definiti le linee generali di sistemazione per la difesa del suolo;
- l'individuazione delle priorità di intervento;
- il controllo, sia in corso d'opera che successivo, sull'attuazione dei programmi ed interventi e sugli effetti degli stessi;
- la ridefinizione periodica dei programmi di intervento sulla base del controllo degli effetti attesi e di nuovi ed eventuali fabbisogni.

1.2. AMBITI DI APPLICAZIONE

L'ambito d'applicazione è definito dai limiti delle aree inondabili, riportate nelle mappe allegate fuori testo, relative ai seguenti corsi d'acqua del bacino del F. Volturno:

- Volturno dalla confluenza con il Vandra alla confluenza con il Calore Irpino;
- Volturno dalla confluenza con il Calore I. alla foce.
- Calore I. da Apice (attraversamento SS 90bis) alla confluenza con il Volturno;

- Rio San Bartolomeo - T. Rava da 12,160 Km a monte della confluenza Volturno (attraversamento SS85) alla confluenza Volturno;
- Tammaro da 38,640 km a monte della confluenza con il Calore I.;
- Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore I.(confluenza T. Avellola);

per un totale di 87,780 km del Volturno dalla confluenza con il Vandra alla confluenza con il Calore, di 79,900 km del Volturno dalla confluenza con il Calore alla foce, di 59,730 km del Calore da Apice alla confluenza con il Volturno, di 12,16 Km del Rio San Bartolomeo - T. Rava, di 38,640 km del Tammaro fino alla confluenza con il Calore, di 16,620 km del Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore.

1.3. MODALITÀ DI REDAZIONE DEL PSDA

Il PSDA è stato redatto in base a criteri generali che tengono conto delle esperienze degli ultimi decenni, della crisi e dei limiti del sistema tradizionale di difesa dalle alluvioni, delle nuove sensibilità, tendenze e comportamenti di maggiore attenzione agli aspetti di tutela ambientale e di governo del territorio.

In primo luogo, si deve partire dalla consapevolezza che la sicurezza assoluta (rischio nullo) non esiste.

E' necessario scegliere il livello di probabilità di pericolo (rischio accettabile), dipendente dalla tipologia e dall'entità dei danni potenziali.

Di conseguenza l'obiettivo del Piano non può essere quello di annullare il rischio, ma di mitigare i danni che possono essere causati dalle alluvioni.

E' necessario, quindi, intraprendere una politica complessa ed articolata, sia riguardo ai criteri, ai metodi ed alle azioni necessarie, sia riguardo agli strumenti tecnologici, alle strutture e all'organizzazione della Pubblica Amministrazione.

Tale politica deve essere basata sull'integrazione tra gli interventi strutturali, che riducono la pericolosità delle inondazioni, cioè la probabilità dell'evento critico, con gli interventi non strutturali, di carattere normativo ed organizzativo, che sono volti a mitigare almeno i danni conseguenti all'evento calamitoso.

In definitiva, i criteri fondamentali seguiti nella redazione del piano sono:

- la pianificazione degli interventi strutturali compatibili con le risorse disponibili, comunque di entità limitata;
- la regolamentazione dei territori interessati alle piene;
- i piani di emergenza basati su sistemi di preannuncio dell'evento critico.

Le attività necessarie alla redazione del PSDA sono state accorpate in gruppi costituenti più fasi correlate in un processo interattivo fra di loro:

- la fase informativa con l'analisi dello stato di fatto, in cui si è delineato il quadro conoscitivo dell'assetto della rete idrografica, delle alluvioni e dei danni verificatisi, del comportamento delle strutture, danneggiate o meno, del grado di vulnerabilità al dissesto;
- la fase di programmazione, con l'indicazione degli obiettivi, le finalità e le direttive, a cui devono uniformarsi gli interventi strutturali e non strutturali, e con l'elenco degli interventi prioritari in ragione delle disponibilità finanziarie;
- la fase di progettazione, con l'individuazione sotto l'aspetto tecnico dei singoli interventi prioritari, e con la valutazione dei costi e degli effetti attesi, con un livello di approfondimento commisurato all'importanza dell'opera.

La sezione di analisi dello stato di fatto è stata curata direttamente dalla Segreteria Tecnica Operativa dell'Autorità di Bacino in collaborazione con gli Enti operanti sul territorio e mediante convenzioni stipulate con il Centro Interdipartimentale di Ricerca Ambiente (CIRAM) dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" e con il Centro Universitario per la previsione e prevenzione dei Grandi Rischi (CUGRI) con sede in Fisciano (SA).

Essa ha portato a definire:

- il quadro dei vincoli territoriali e degli strumenti di pianificazione vigenti;
- le caratteristiche idrologiche;
- il censimento e l'analisi delle opere di attraversamento e degli interventi di sistemazione idraulica già realizzati.
- le fasce di pertinenza fluviale e le aree soggette ad inondazione con diverso periodo di ritorno, lungo la rete idrografica;
- la classificazione delle aree inondabili in base al danno potenziale in relazione alle caratteristiche di urbanizzazione e di uso del suolo;

La sezione di programmazione è stata curata direttamente dalla Segreteria Tecnica Operativa dell'Autorità di Bacino in coordinamento con i programmi nazionali e regionali.

La programmazione degli interventi strutturali e degli interventi non strutturali è stata articolata in più fasi. La prima ha condotto a:

- valutare la gravità degli squilibri tra il rischio prevedibile allo stato attuale ed il rischio ritenuto accettabile per una data tipologia di utilizzazione del territorio;
- le direttive alle quali devono uniformarsi gli interventi strutturali;
- le direttive alle quali devono uniformarsi gli interventi non strutturali:

Successivamente, a seguito di consultazione con gli Enti preposti alla gestione del territorio, si definiranno i criteri di riorganizzazione dei servizi di vigilanza idraulica e di piena, al fine del loro migliore svolgimento funzionale.

Si è passati, quindi, alla programmazione degli interventi.

Per gli interventi strutturali sono stati definiti :

- l'elenco degli interventi di manutenzione ordinaria e di ripristino della funzionalità delle opere esistenti;
- l'elenco ragionato degli interventi strutturali di sistemazione idraulica atti a mitigare il rischio, distinti in funzione della probabilità del pericolo di inondazione e della gravità ed estensione del danno potenziale;
- la stima dei costi complessivi, la valutazione degli effetti attesi in termini di sicurezza del territorio ed il quadro delle priorità di intervento.

Per gli interventi non strutturali sono state individuate le zone da assoggettare a speciali vincoli, prescrizioni e regolamentazioni d'uso, in rapporto alle probabilità di pericolo di inondazione.

Successivamente si dovrà prevedere:

- la predisposizione di un sistema di controllo strumentale del territorio, con compiti non solo conoscitivi per l'analisi dello stato di fatto, ma anche di sorveglianza finalizzata al riconoscimento del realizzarsi di un dato scenario di inondazione e al preannuncio degli eventi di piena;
- la pianificazione degli interventi di emergenza, che individuano i comportamenti del pubblico e le necessità di soccorso che contribuiscono a mitigare le conseguenze dannose delle inondazioni.

La sezione di progettazione sarà curata indirettamente dall'Autorità di Bacino che svolgerà attività di indirizzo e verifica di compatibilità dei progetti di intervento con le indicazioni di piano definite nella precedente fase di programmazione. L'Autorità di Bacino,

inoltre, verificherà l'adeguamento dei piani vigenti, alle prescrizioni del Piano Stralcio. I progetti di interventi saranno avviati a cura rispettivamente delle Regioni ed Amministrazioni periferiche dello Stato o delle Regioni, Province, ed Enti Locali.

La fase di progettazione dovrà prevedere l'acquisizione delle seguenti informazioni:

- per ogni intervento strutturale, un elaborato di progetto che fornisca :
 - la giustificazione dell'intervento e la descrizione dei risultati che con esso si intende raggiungere;
 - tutti gli elementi utili alla definizione della tipologia di intervento, della fattibilità tecnica, dei costi di realizzazione e degli effetti attesi;

- per ogni intervento non strutturale, un elaborato di progetto che fornisca :
 - la giustificazione dell'intervento e la descrizione dei risultati che con esso si intende raggiungere;
 - ove possibile, una sintetica analisi costi - benefici dell'intervento proposto;
 - le varianti dei piani urbanistici, territoriali e comunali, ovvero, le articolazioni ai fini operativi dei piani di emergenza.

2. Criteri di BASE DEL PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DALLE ALLUVIONI

2.1. CRITERI PER LA REGOLAMENTAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI

Il PSDA considera la regolamentazione d'uso delle aree inondabili come un mezzo essenziale di prevenzione delle conseguenze negative delle calamità. Di norma tale programmazione è rivolta al mantenimento del livello di sicurezza esistente, evitando un ulteriore sviluppo del territorio a rischio.

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

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

L'allargamento dell'alveo a garanzia del libero deflusso della piena è un punto fondamentale che qualifica il PSDA come un piano coraggioso, di grande valore ambientalista.

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

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

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

- la sottofascia B3 è quella compresa fra il limite della Fascia B2 e quello delle piene con periodo di ritorno $T=100$ anni.

In tale fascia dovranno essere prese adeguate misure di salvaguardia per le aree che producono un significativo effetto di laminazione (volume di invaso non trascurabile, al di sopra della sezione di uscita dei deflussi di piena)

La fascia B limita quindi nuovi insediamenti e assume un carattere di fascia fluviale di carattere naturalistico.

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

2.2. CRITERI PER LA DELIMITAZIONE DELLE AREE LIBERE E DELLE ZONE UMIDE

Per l'individuazione delle aree libere e delle zone umide lungo i corsi d'acqua si distinguono quelle già salvaguardate (parchi, riserve naturali, aree protette) da quelle che si vogliono ulteriormente proteggere con il PSDA.

Le aree libere che saranno esaminate sono quelle porzioni di territorio a breve distanza dai fiumi, non antropizzate e caratterizzate da assenza o carenza di manutenzioni territoriali, le quali se opportunamente conservate e gestite possono contribuire alla risoluzione di alcune problematiche oggetto della pianificazione di bacino.

Le zone umide rappresentano uno dei tanti valori naturali che vanno tutelati oggi più di ieri, non solo perché sono importanti per il loro habitat di flora e fauna, ma anche perché svolgono una pluralità di funzioni da mettere in campo e valorizzare nella pianificazione del bacino idrografico.

Tralasciando l'aspetto ecologico, ambientale, scientifico e culturale, ampiamente conosciuto attraverso i dettami della Commissione Europea e gli indirizzi del Ministero dell'Ambiente, l'aspetto che si intreccia con le finalità del Piano è la *“difesa, sistemazione, regolamentazione dei corsi d'acqua, di rami terminali dei fiumi e delle loro foci nel mare, delle zone umide”*, art. 3, punto b, della Legge 183/89.

Gli ultimi eventi alluvionali verificatisi hanno evidenziato come gli effetti ad essi riconducibili siano stati fortemente condizionati dalla perdita di aree di espansione naturale, capaci di svolgere funzioni di laminazione delle piene in zone non edificate e quindi a minor rischio.

Sono ben pochi i tratti di fiumi lungo i quali è possibile ritrovare piane con banchi di sabbia e ghiaia temporanei, praterie umide, paludi erbose interessate dalle esondazioni; infatti, essendo i corsi d'acqua in parte regimati, le aree circostanti sono intensamente utilizzate a discapito delle aree di vegetazione fluviale e zone umide alluvionali.

La presenza di aree libere a monte può ridurre gli effetti di esondazione a valle.

Il PSDA è lo strumento attraverso il quale si intende avviare un processo di pianificazione effettuato sulla base di una valutazione probabilistica del rischio atteso e diretta al raggiungimento di condizioni di sicurezza idraulica del territorio, nell'ambito della salvaguardia delle componenti ambientali all'interno delle fasce di pertinenza fluviale.

Operativamente si sta procedendo alle seguenti fasi :

- elaborazione dell'elenco dei tratti di fiumi e di aree umide esistenti , corredato da cartografia, evidenziando lo stato dei luoghi;
- individuazione cartografica dell'uso del suolo nelle aree circostanti e valutazione delle compatibilità

2.3. CRITERI PER LA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI

Gli interventi strutturali possono ridurre la pericolosità delle inondazioni, in quanto ne riducono la probabilità di verificarsi. In altri termini, per effetto di tali interventi, aumenta il periodo di ritorno critico, cioè l'inondazione diventa più rara, anche se può risultare più pericolosa in termini di vulnerabilità degli elementi a rischio.

Per quanto riguarda gli interventi strutturali, si farà ricorso preferibilmente agli interventi di difesa attiva, basati su invasi di laminazione delle piene o su scolmatori e diversivi.

In tal modo si configura una politica di difesa :

- di tipo attivo, che cerca di attenuare le portate di piena a valle invece di adeguare le difese passive;
- di tipo robusto, che assicura la riduzione del danno potenziale anche per piene maggiori di quelle di progetto;
- di tipo globale, che persegue un obiettivo non localistico, considerando la sicurezza dell'intero bacino.

Gli interventi strutturali possono essere classificati nel modo seguente.

Interventi di manutenzione ordinaria e di ripristino della funzionalità delle opere esistenti. Sono finalizzati a conservare la sicurezza attuale del territorio.

1. Interventi di sistemazione idraulica di tipo passivo, che non modificano la portata di piena, per assegnato periodo di ritorno, che può affluire ad un tronco d'alveo, e che quindi hanno effetti a scala esclusivamente locale. Si possono distinguere:
 - interventi di inalveamento e di risagomatura;
 - opere di difesa idraulica di tipo longitudinale: sistemi di arginature continua;
 - opere trasversali: sagome di fondo e briglie;
 - opere di consolidamento di dissesti di versante;
 - opere della viabilità principale interferenti con la rete idrografica: opere di attraversamento e strade di fondo valle.
2. Interventi di sistemazione idraulica di tipo attivo, che modificano la portata di piena, per assegnato periodo di ritorno, che può affluire ad un dato tronco d'alveo, con effetti non solo a livello locale ma anche in un tronco d'alveo a valle. Essi riguardano:
 - invasi di laminazione;
 - scolmatori di piena ed in generale interventi di diversione;
 - interventi di rinaturazione attraverso il ripristino e l'ampliamento delle piane golenali.
3. Interventi di forestazione e di idraulica forestale, finalizzati alla riduzione del grado di compromissione di aree soggette ad erosione. Essi riguardano:
 - interventi di consolidamento forestale dei versanti;
 - ripristino di superfici a bosco distrutte dagli incendi.

La programmazione degli interventi strutturali dovrà ovviamente in ogni caso garantire almeno la conservazione della sicurezza attuale del territorio. Vanno quindi prioritariamente garantite le esigenze **di manutenzione e di ripristino** della funzionalità delle opere esistenti, una volta valutata l'efficacia e la necessità del ripristino.

A tal riguardo va sottolineata la necessità del **recupero dell'intervento ordinario**, preventivo e di manutenzione, rispetto a quello straordinario, eseguito in emergenza.

Per quanto riguarda gli interventi di sistemazione idraulica, dovrà essere assicurato il rispetto di criteri razionali di priorità:

- 1) in coerenza con quanto disposto all'art. 31 lettera c) della L. 183/89, sulla base dei tre criteri: incolumità delle popolazioni; danno incombente; organica sistemazione;
- 2) omogeneità di condizioni riguardo alla salvaguardia della vita e dei beni dei cittadini, delle loro attività e del loro ambiente;

3) utilizzando valutazioni di costi-benefici e di impatto ambientale, o analisi multicriteriali.

Si osservi che gli interventi di sistemazione idraulica di tipo passivo, che evitano esondazioni, per un dato campo di portate, da un tronco d'alveo, possono avere effetti negativi, con incremento delle portate a pari periodo di ritorno, in un tronco d'alveo a valle.

Il ricorso ad opere di difesa di tipo passivo dovrà essere limitato ai casi di dimostrata urgenza, soprattutto connessi alle esigenze di protezione di abitati ed infrastrutture.

Le opere di difesa di tipo attivo inducono effetti di mitigazione del rischio, non solo a livello locale, ma sul tronco d'alveo a valle, più o meno lungo. Esse quindi modificano in modo sostanziale l'assetto idrogeologico del territorio. Tuttavia, ne deve essere valutata la convenienza in termini economici, confrontandone il costo con il beneficio ottenuto mediante la ridotta perdita economica per i danni alluvionali.

3. DATI DISPONIBILI

3.1. PRINCIPALI RISULTATI DEGLI STUDI PRECEDENTI

3.1.1. Fase conoscitiva Piano di Bacino - Studio Sapro

La legge n. 53 del 26 gennaio 1982 prevedeva la possibilità da parte del Ministero dei Lavori Pubblici di realizzare i piani di bacino interregionali.

La circolare dell'aprile 1983 del Ministero dei Lavori Pubblici fissava i contenuti dei piani di bacino e ne dava le necessarie indicazioni per la redazione.

Mediante la convenzione n. 6306 del 26 gennaio 1987 stipulata tra il Provveditorato alle Opere Pubbliche per la Campania e la SAPPRO veniva affidato l'incarico di realizzare la fase conoscitiva del Piano di Bacino del fiume Volturno.

La già citata circolare dell'aprile 1983 del Ministero dei Lavori Pubblici definiva gli obiettivi del Piano e prevedeva che si dovesse arrivare alla stesura del piano tramite tre fasi successive di lavoro:

- la prima conoscitiva comprendente il reperimento delle informazioni necessarie e la relativa elaborazione;
- la seconda riguardante l'individuazione dei problemi di difesa del territorio e di conservazione del suolo e la valutazione e l'analisi dei possibili interventi;
- la terza di pianificazione comprendente essenzialmente la sintesi degli interventi e dei provvedimenti per l'attuazione del piano.

Lo studio "Fase conoscitiva del Piano di Bacino del fiume Volturno" costituisce appunto la prima fase, sviluppata secondo gli obiettivi del Piano.

Le conoscenze raccolte nello studio possono essere facilmente utilizzate dai tecnici che operano sul territorio e nel settore delle acque nel loro lavoro quotidiano. ma soprattutto le conoscenze aggregate nell'ambito dello studio consentono di procedere in tempi brevi alle attività di:

- completamento degli studi necessari;
- realizzazione di sistemi di monitoraggio efficienti e perfettamente finalizzati;
- progettazione e realizzazione dei primi interventi

3.1.2. Avvio Sistema Informativo - Studio C.U.G.RI.

La convenzione per attività di consulenza stipulata tra il C.U.G.RI. e l'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno ha avuto come obiettivo l'avvio alla

realizzazione del Sistema Informativo del Bacino del fiume Volturno nei settori del rischio idraulico e geologico.

I Sistemi Informativi Territoriali sono di grande utilità per l'Autorità di Bacino nella gestione del territorio ed, in particolare, nella realizzazione e la gestione del Piano di Bacino. Essi rappresentano un valido supporto all'attività decisionale dell'Autorità.

Lo svolgimento delle attività previste in convenzione ha comportato, quindi, sia l'acquisizione e la organizzazione del patrimonio informativo esistente disponibile presso l'Autorità di Bacino, che la realizzazione di studi di carattere preliminare, alla scala dell'intero bacino, nei settori del rischio di alluvione e della vulnerabilità all'inquinamento delle falde sotterranee.

Il software utilizzato appartiene alla famiglia dei G.I.S. (Geografic Information System) e come tale ha la possibilità di gestire, manipolare e rappresentare dati descrittivi entità georeferenziate.

L'avvio del Sistema Informativo ha comportato, quindi, la realizzazione di una cartografia tematica numerica relativamente agli oggetti di interesse, con la evidenziazione degli elementi tematici significativi, delle relazioni tra di essi e della correlazione grafica con la base cartografica.

La completa operatività da parte dell'utente è stata garantita attraverso la realizzazione di un software di interrogazione del Sistema Informativo.

Oltre all'informatizzazione dei dati disponibili, il CUGRI ha redatto la mappatura delle aree inondabili relativamente ai tratti dei corsi d'acqua per i quali si hanno a disposizione adeguati rilievi.

La mappa delle aree inondabili, che costituisce l'elaborato tecnico fondamentale dello studio di mappatura delle fasce fluviali, è stata effettuata per tronchi d'alveo idrologicamente omogenei ed è stata riportata su un adeguato supporto cartografico di base.

Sulla carta di base, in scala 1:25000, sono stati riportati i contorni delle aree inondabili. Per ciascuna di tali aree sono inoltre state realizzate le mappe in scala 1:5000 sulla cartografia tecnica disponibile, al fine di individuarne con maggiore precisione la delimitazione.

La regione fluviale è stata poi suddivisa nelle seguenti zone:

- alveo di piena standard (corrispondente alla piena centennale)
- aree di espansione naturale della piena;
- fasce fluviali;

- aree inondabili

In particolare sulla mappa sono stati riportati:

- i limiti delle aree inondabili in corrispondenza di piene con periodo di ritorno $T=30, 100, 300$ anni;
- le linee corrispondenti a:
 - tirante idrico $h=90$ cm relativo alla portata centennale Q_{100} ;
 - tirante idrico $h=30$ cm relativo alla portata Q_{100} ;
 - tirante idrico $h=0$ cm relativo alla portata Q_{100} ;
 - tirante idrico $h=30$ cm relativo alla portata Q_{30} ;
 - tirante idrico $h=30$ cm relativo alla portata Q_{300} ;
- l'alveo di piena standard.

I perimetri delle aree a diversa probabilità di pericolo così individuati sono risultati necessari per la definizione delle fasce fluviali A, B₁, B₂, B₃, C così come definite al par.2.1.

3.1.3. Aspetti urbanistici - Studio CIRAM

Per quanto riguarda gli aspetti urbanistici del territorio del bacino Volturno ricadente nella Regione Campania (Provincia di Avellino, Benevento, Caserta) e nella Regione Molise in Provincia di Isernia, è stata svolta un'analisi conoscitiva e sono state individuate le aree critiche in base al degrado ambientale.

Lo studio è stato svolto dal CIRAM (Centro Interdipartimentale di Ricerca Ambiente), sulla base di una convenzione stipulata con l'Autorità, ed integrato da ulteriori dati forniti direttamente dagli Enti operanti sul territorio.

Si riportano sinteticamente i dati e le analisi in possesso di questa Autorità relativamente agli aspetti urbanistici:

- 1) Elenco di tutti i Comuni ricadenti nel bacino con indicazione di dati statistici (superficie territoriale di appartenenza, popolazione al '91), competenze degli Enti locali (province, comunità montane, consorzi di bonifica, sovrintendenze, ecc.). I dati sono stati reperiti presso l'ISTAT e gli Enti. [data base e cartografia 1:250.000];
- 2) Comuni per classi di ampiezza e variazione demografica per l'arco di tempo compreso dal 1951 al 1991. Dati ISTAT. [data base - schemi - relazione];

- 3) Analisi della struttura organizzativa dei vari Enti (Regione - Province - Comunità Montane) e relative competenze amministrative. I dati sono stati reperiti presso gli Enti. [data base];
- 4) Analisi delle reti infrastrutturali, con individuazione del sistema a rete per trasporto su gomme (autostrade - strade statali - provinciali - interpoderali) e di quello su ferro. Individuazione degli Acquedotti (n. 5 i principali) e dei Metanodotti. I dati sono stati reperiti presso gli Enti. [Relazione e cartografia 1:50.000];
- 5) Analisi della stratificazione storica degli insediamenti urbani, con l'individuazione per ogni singolo centro del periodo probabile di fondazione o quello in cui lo stesso centro ha subito modifiche significative. I periodi classificati sono: pre Romano, Romano, Longobardo, Normanno, Svevo, Angioino, Aragonese, Vicereale, Borbonico. I dati sono stati reperiti presso le Sovrintendenze e da indagine storiche [Relazione e Cartografia 1:25.000];
- 6) Analisi della struttura insediativa con individuazione dei centri abitati suddivisi in: Poli urbani, Sub poli, Poli locali, Frazioni e Nuclei rurali. Indagine sulla base di valutazione [Cartografia 1:50.000 e Relazione];
- 7) Analisi della pianificazione territoriale: Piani ASI con l'individuazione e localizzazione dei nuclei operativi. I dati sono stati reperiti presso lo IASM [Cartografia 1:250.000 e Relazione];
- 8) Analisi della pianificazione territoriale: Piani Paesistici Aree protette e parchi. Per la Campania si è in possesso della perimetrazione delle aree protette e parchi, con individuazione dei Comuni di appartenenza ricadenti nelle suddette aree. Dati forniti dalla Regione Campania [Relazione - Cartografia scala 1:25.000];
- 9) Elenco dei progetti per Comune. Dati forniti dagli Enti [Data base e cartografia scala 1:25.000];
- 10) Analisi dei vincoli idrogeologici-forestali e sismici. I vincoli idrogeologici-forestali sono stati reperiti presso gli Ispettorati Dipartimentali alle Foreste, quelli sismici presso le Regioni [data base - cartografia scala 1:25.000 Relazione];
- 11) Analisi dei vincoli paesaggistici. I dati sono stati reperiti presso le Regioni [Data base - cartografia 1:25.000 e relazione];
- 12) Elenco dei Comuni con vincoli archeologici. I dati sono stati reperiti presso le Sovrintendenze [data base - Cartografia scala 1:25.000 e relazione];

- 13) Analisi dei valori culturali e paesaggistici Essa viene proposta attraverso le rappresentazioni di un insieme di tematismi che costituiscono le principali caratteristiche naturali ed antropiche del territorio [Relazione e cartografia scala 1:25.000];
- 14) Analisi dei detrattori ambientali : cave e discariche e industrie. Sono state localizzate ma non sempre è stata individuata la tipologia dell'attività. I dati sono stati forniti dalle Regioni, Associazioni ambientaliste ed i Dipartimenti Forestali [Data base - relazione - Cartografia in scala 1:25.000];
- 15) Individuazione delle aree critiche, delimitate sulla base di valutazione di pericoli specifici per la qualità e quantità delle risorse esistenti, e più complessivamente per l'integrità del sistema ambientale locale [Relazione - cartografia 1:250.000];
- 16) Approfondimento nelle aree critiche della pianificazione urbanistica esistente [Relazione e cartografia 1:50.000].

3.2. CARTOGRAFIA

Per quanto riguarda la cartografia, per effettuare la mappatura delle aree inondabili e delle fasce fluviali, all'atto della predisposizione del progetto di Piano sono stati utilizzati i rilievi aereofotogrammetrici in scala 1:5.000 della Carta Tecnica Regionale del Molise e, per la parte campana, i rilievi effettuati dalla Società IDROVIE per conto del Provveditorato alle OO.PP. per la Campania relativi ad una fascia limitrofa all'alveo dei seguenti corsi d'acqua:

- Volturno dalla confluenza con il Rio San Bartolomeo alla confluenza con il Calore;
- Calore dalla confluenza con il Tammaro alla confluenza con il Volturno;
- Tammaro dalla vasca di Campolattaro alla confluenza con il Calore;
- Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore.

Tale cartografia è risultata spesso insufficiente essendo la fascia rilevata considerevolmente più stretta di quella interessata da fenomeni di inondazione già relativamente a piene centennali.

Laddove possibile è stata allora effettuata una integrazione con la cartografia ricoprente il territorio di alcuni comuni rivieraschi, prodotta dalla Regione Campania, dalla ex Cassa del Mezzogiorno e dal Consorzio di Bonifica del Sannio Alifano.

Per il tratto a valle della confluenza con il Calore, non essendo disponibili le carte in

scala 1:5000, sono state invece utilizzate le carte in scala 1:10.000 del Consorzio di Bonifica del Sannio Alifano e i rilievi planimetrici, sempre in scala 1:10.000 messi a disposizione dal Prof. V. Biggiero.

Per fornire un quadro d'insieme, sono stati utilizzati i 25.000 topografici dell'I.G.M.I., nonché, dove esistenti, gli stessi 25.000 aggiornati (relativamente all'urbanizzazione ed alle infrastrutture) al 1990 da parte della Regione Campania.

A seguito delle modifiche ed integrazioni apportate al progetto PSDA sulla base delle osservazioni pervenute, sono state effettuate delle modifiche alla cartografia utilizzata e precisamente:

la carta tecnica della regione Molise è stata sostituita con altra cartografia fornita dal Provveditorato OO.PP di Campobasso in scala 1:2.000, restituita in scala 1:4.000, in maniera da ottenere un maggior dettaglio delle elaborazioni svolte;

per le zone di confluenza Volturno-Calore e Calore-Tammaro è stata invece realizzata specifica cartografia aerofotogrammetrica in scala 1:5.000 aggiornata al 1999, in sostituzione di quella prodotta dalla società IDROVIE;

per il comune di Limatola infine, si è utilizzata la cartografia realizzata dal Comune stesso in scala 1:5.000 aggiornata al maggio 1998 ed utilizzata per la presentazione delle osservazioni proposte dal Comune.

3.3. RILIEVI TOPOGRAFICI

Per quanto riguarda le sezioni di alveo, per il progetto di Piano sono state utilizzate quelle rilevate nell'ambito dello studio "Fase conoscitiva del piano di Bacino del Fiume Volturno" realizzato dalla Società SAPPRO nel 1989 per conto del Provveditorato alle OO.PP. per la Campania.

Tali sezioni ricoprono i tratti:

- Volturno dalla confluenza con il Vandra alla confluenza con il Sava (12 sezioni per circa 12 km);
- Volturno dalla confluenza con il Sava alla confluenza con il Lete (22 sezioni per circa 22 km);
- Volturno dalla confluenza con il Lete alla confluenza con il Torano (20 sezioni per circa 24 km);
- Volturno dalla confluenza con il Torano alla confluenza con il Titerno (14 sezioni per circa 19 km);

- Volturno dalla confluenza con il Titerno alla confluenza con il Calore (13 sezioni per circa 10 km);
- Calore da Apice alla confluenza con il Tammaro (6 sezioni per circa 6 km);
- Calore dalla confluenza con il Tammaro alla confluenza con il Sabato (10 sezioni per circa 10 km);
- Calore dalla confluenza con il Sabato alla confluenza con lo Lenza (5 sezioni per circa 6 km);
- Calore dalla confluenza con lo Lenza alla confluenza con il Volturno (39 sezioni per circa 38 km);
- Tammaro dalla vasca di Campolattaro alla confluenza con il Calore (39 sezioni per circa 39 km);
- Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore (18 sezioni per circa 17 km)

per un totale di 81 sezioni lungo circa 88 km del Volturno dalla confluenza con il Cavaliere alla confluenza con il Calore, 60 sezioni lungo circa 60 km del Calore da Apice alla confluenza con il Volturno, 39 sezioni lungo circa 39 km del Tammaro fino alla confluenza con il Calore, 18 sezioni lungo circa 17 km del Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore. Oltre a tali sezioni sono stati utilizzati i rilievi integrativi effettuati dalla società IDROVIE nel 1992 per conto del Provveditorato alle OO.PP. per la Campania.

I rilievi d'alveo effettuati dalla Società SAPPRO e le integrazioni IDROVIE sono stati ritenuti insufficienti al fine di una corretta e realistica visione dell'andamento del corso d'acqua, mancando i rilievi delle strutture di attraversamento e di alcuni cambiamenti di sezione o di fondo alveo significativi. Si è resa dunque necessaria una integrazione delle sezioni trasversali almeno lungo il Calore e lungo il Volturno dalla confluenza con il Cavaliere alla confluenza con il Calore. Tale integrazione è stata effettuata mediante una campagna di rilievi effettuata nel settembre 1995 dalla società Tecnorilievi per conto del Cugri, nell'ambito della convenzione stipulata con l'Autorità di Bacino relativa alla mappatura delle aree inondabili.

Per quanto riguarda il Volturno a valle della confluenza con il Calore l., sono stati utilizzati rilievi pregressi messi a disposizione dal Provveditorato alle OO.PP. per la Campania ed i rilievi di 130 sezioni effettuati nel 1994 dalla società Hydrodata per conto dell'Autorità di Bacino nell'ambito dello studio "Modellamento del litorale - Bacino Volturno".

A seguito delle modifiche ed integrazioni apportate al progetto PSDA sulla base delle osservazioni pervenute, sono state necessarie alcune integrazioni alle sezioni ed in particolare:

- per il tratto del fiume Volturno compreso tra la confluenza Cavaliere e la confluenza con il S. Bartolomeo sono state utilizzate un numero nettamente superiore di sezioni, in aggiunta a quelle della Società Sapro. Tali sezioni sono state rilevate direttamente dalla cartografia di dettaglio 1:2000 utilizzata per la mappatura. Tale fatto è risultato sufficiente per gli scopi della simulazione, poiché, visti gli elevati periodi di ritorno delle portate considerate, si è ritenuto trascurabile il contributo al deflusso della piena di quella parte dell'alveo relativo a portate di magra, le cui quote non sono rilevabili dalla carta. E' stato effettuato un confronto con i rilievi effettuati nel 1995 dalla Tecnorilievi e, a causa della diversa origine e metodologia, sono state riscontrate differenze di alcune decine di centimetri tra le sezioni rilevate da carta e quelle rilevate in sito. Si è reso necessario pertanto tenere conto di tali differenze per una corretta applicazione del modello idraulico. Complessivamente sono state utilizzate n. 96 sezioni, rispetto alle 53 del Progetto di Piano;
- per lo studio della confluenza Tammaro-Calore è stata effettuata una nuova campagna di rilievi, finalizzata alla definizione della geometria degli alvei, degli attraversamenti e delle opere di difesa presenti. Sono state rilevate:
 - 1) 6 sezioni trasversali sul fiume Calore in tratto di 587,800 mt. immediatamente a monte della confluenza con il fiume Tammaro;
 - 2) 6 sezioni sul fiume Tammaro in un tratto di 488,82 mt;
 - 3) 1 sezione trasversale sul fiume Calore posta a 585 mt. A valle della confluenza con il Tammaro.

Particolare importanza è stata posta nel rilievo degli attraversamenti presenti e precisamente i due ponti ferroviari su Tammaro, il Ponte Valentino e quello della SS 90 bis sul Calore e le relative briglie poste a valle.

Sono stati inoltre rilevati il profilo longitudinale del fondo alveo del Calore ed il profilo longitudinale dell'argine in destra al fiume Tammaro a monte della confluenza con il Calore.

3.4. CATASTO OPERE IDRAULICHE

Le informazioni relative alla opere idrauliche presenti sul bacino del Volturno sono quelle raccolte e archiviate nello Studio “Fase conoscitiva del Piano di Bacino del fiume Volturno” realizzato dalla Società SAPPRO e riportate nel *Sistema Informativo Territoriale del fiume Volturno (S.I.VO.)*.

All'interno del S.I.VO. gli attributi delle diverse opere consistono in una serie di informazioni di base comuni a tutti i sottotipi di opera ed in una serie di ulteriori informazioni relative solo a determinati sottotipi. Pertanto, è stato individuato come elemento tematico un livello informativo di base (opera generica) comune a tutti i sottotipi; i gruppi di ulteriori informazioni che costituiscono gli attributi di altrettanti gruppi di sottotipi sono stati riportati in archivi distinti.

3.5. RETI IDROPLUVIOMETRICHE E DATI UTILIZZATI

I dati idropluviometrici utilizzati sono gestiti dalla **sezione di Napoli del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (SIMI)** e sono stati raccolti nell'ambito del Progetto VAPI Campania del C.N.R./G.N.D.C.I., cui si è fatto riferimento nello studio di mappatura delle aree inondabili e delle fasce fluviali.

I dati pluviometrici

Per il reperimento dei dati pluviometrici, si è fatto particolare riferimento a:

- Pubblicazione n. 27 - Elenco delle stazioni termopluviometriche del SIMI (Compartimento di Napoli);
- Annali Idrologici - Parte I, Compartimento di Napoli, anni 1921-1988;
- Pubblicazione n. 25 - Precipitazioni massime con durata da 1 a 5 giorni consecutivi.

Nella Pubblicazione n. 27 vengono elencate, per ciascuno dei compartimenti del SIMI in cui è suddiviso il territorio nazionale, le stazioni termopluviometriche dello stesso Servizio che hanno funzionato dall'inizio della sua attività; ad ogni stazione è associato un numero di identificazione, il periodo di funzionamento ed il tipo degli strumenti di misura (pluviometro, pluviografo, pluvionivometro, ...), nonché le coordinate geografiche e le quote sul livello del mare.

Gli Annali Idrologici costituiscono la pubblicazione fondamentale del SIMI e presentano i dati raggruppati in tabelle, ciascuna delle quali, pur essendo identificata da un numero, viene solitamente individuata dalla relativa intestazione, poiché il numero può essere diverso a seconda del periodo di pubblicazione. Essi sono suddivisi in 2 parti. Fino al 1950 la prima parte comprendeva le tabelle relative alle osservazioni termometriche, pluviometriche, idrometriche e freatiche; la seconda parte conteneva elaborazioni e studi. Dal 1951 la prima parte contiene, invece, le tabelle delle osservazioni termometriche e pluviometriche con relative elaborazioni e la seconda parte contiene le tabelle relative alle osservazioni idrometriche e freatiche, le elaborazioni relative alle portate e bilanci idrologici, al trasporto solido nonché un capitolo relativo a studi idrologici.

A questi dati, che il SIMI certifica come massimi annuali, sono stati aggiunti quelli relativi alle serie storiche delle **precipitazioni di notevole intensità e breve durata, inferiore ad 1 ora**, che vengono pubblicati dal SIMI sugli Annali (parte I, tab. V), anche se non sistematicamente.

La Pubblicazione n. 25, edita per ciascun compartimento, contiene per ogni stazione che ha funzionato per più di 15 anni, le precipitazioni massime che si sono verificate nel trentennio 1921-50 con durata da 1 a 5 giorni consecutivi: i valori sono raccolti per casi critici, in numero pari agli anni di funzionamento dello strumento di misura. Ai fini del presente lavoro, il pregio fondamentale di questa pubblicazione consiste nel fatto che i dati presentati in essa non sono stati ricavati dagli Annali ma analizzando le letture dei pluviometri e le strisce originali dei pluviografi: dunque, si possono reperire in essa dati che non si trovano sugli Annali e, in ogni caso, si può effettuare un utile confronto per il dato giornaliero.

I dati idrometrici

La consistenza della rete di misura idrometrica è molto variata nel corso degli anni; nel 1970 risultavano complessivamente, per il Compartimento di Napoli, 29 stazioni idrometriche, di cui 18 ricadenti all'interno dell'area in esame. Considerando anche stazioni dismesse nel tempo si arriva, per le portate giornaliere, a 33 stazioni idrometriche con almeno 5 anni di registrazioni, di cui 22 ricadenti nell'area in oggetto.

Le fonti del SIMI a cui si è fatto riferimento sono:

- Pubblicazione n. 17 - Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani;
- Annali idrologici - Parte II, Compartimento di Napoli, 1921-1980.

La Pubblicazione n. 17 è in realtà una serie di cinque pubblicazioni relative ognuna ad un decennio di osservazioni; l'ultimo volume di tale serie è relativo al decennio 1961-70. In tali volumi, dopo una breve sintesi sulle caratteristiche idrologiche dei principali corsi d'acqua italiani, vengono riportate, suddivisi per Compartimenti geografici, le schede relative ad ognuna delle stazioni di misura idrometrografiche poste sotto osservazione durante il decennio. Tali schede consistono in una breve descrizione delle principali caratteristiche del bacino sotteso dalla sezione di misura, una tavola corografica per l'individuazione della sezione di misura stessa, ed una serie di dati relativi a portate e bilanci idrologici nel periodo di osservazione. In particolare, viene riportata la serie storica dei massimi annuali delle portate al colmo di piena e giornaliera; per quanto riguarda il massimo istantaneo, questa è pressoché l'unica fonte ufficiale.

Gli Annali idrologici, come si è detto, rappresentano la pubblicazione fondamentale del SIMI e la principale fonte ufficiale di dati idrometrici. Generalmente, le analisi idrometriche vengono riportate nella seconda parte degli Annali e riguardano le serie storiche delle portate medie giornaliere, da cui possono essere dedotte le sole serie dei massimi annuali delle portate giornaliere o a più giorni consecutivi. Vengono anche riportate, per ogni stazione, alcune informazioni relative al bacino sotteso ed alla stazione di misura (ad es., riguardanti modificazioni avvenute nel bacino a causa di eventi naturali o antropici). Inoltre, nella parte dedicata agli studi idrologici ed eventi di carattere eccezionale, vengono spesso fornite informazioni idrometriche originali riguardo l'idrogramma di piena o la portata al colmo di piena durante eventi particolarmente intensi. Tali informazioni, però, non hanno carattere sistematico.

4. DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI

4.1. TRATTI D'ALVEO CONSIDERATI

I tratti d'alveo considerati per i quali è stata effettuata la mappatura delle aree inondabili e l'individuazione delle fasce fluviali sono:

- Volturno dalla confluenza con il Vandra-Cavaliere alla confluenza con il Lorda;
- Volturno dalla confluenza con il Lorda alla confluenza con il Rava delle Copelle;
- Volturno dalla confluenza con il Rava delle Copelle alla confluenza con il Sava;
- Volturno dalla confluenza con il Sava alla confluenza con il S. Bartolomeo;
- Volturno dalla confluenza con il S. Bartolomeo alla confluenza con il Lete;
- Volturno dalla confluenza con il Lete alla confluenza con il Torano;
- Volturno dalla confluenza con il Torano alla confluenza con il Titerno;
- Volturno dalla confluenza con il Titerno alla confluenza con il Calore;
- Volturno dalla confluenza con il Calore alla traversa di Ponte Annibale;
- Volturno dalla traversa di Ponte Annibale alla foce;
- Calore da Apice alla confluenza con il Tammaro;
- Calore dalla confluenza con il Tammaro alla confluenza con il Sabato;
- Calore dalla confluenza con il Sabato alla confluenza con lo Irga;
- Calore dalla confluenza con lo Irga alla confluenza con il Volturno;
- Tammaro dalla vasca di Campolattaro alla confluenza con il Calore;
- Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore.
- T. Rava - Rio S. Bartolomeo dall'attraversamento SS 85 Venafro-Isernia alla confluenza con il Volturno.

Tali tronchi d'alveo sono stati ritenuti idrologicamente omogenei, e quindi per ognuno di essi sono state studiate le condizioni di moto della corrente in corrispondenza di diversi periodi di ritorno ipotizzando che la portata sia praticamente costante lungo il singolo tronco.

4.2. MODELLO IDROLOGICO

Lo sviluppo di un adeguato Modello Idrologico ha consentito di fornire gli strumenti per una valutazione con la minima incertezza del **rischio di inondazione** in predefinite sezioni del reticolo idrografico del bacino di interesse.

Per la valutazione delle portate di piena corrispondenti a prefissati periodi di ritorno, sono state utilizzate analisi idrologiche differenziate:

- per i corsi d'acqua in cui non vi siano importanti opere di laminazione o di diversione e che non siano soggetti a importanti fenomeni di esondazione dei tratti a monte, si è fatto riferimento ad indagini statistiche a carattere regionale dei massimi di pioggia e di portata;
- per i corsi d'acqua dove siano presenti opere non trascurabili di laminazione delle piene, si è dovuto fare ricorso a modelli idrologici sempre di tipo probabilistico che oltre ai dati storici tenessero conto delle caratteristiche idrauliche e morfologiche dei sistemi serbatoio-opere di scarico, al fine di valutare gli effetti di laminazione degli invasi.

Nel caso di sezioni il cui regime naturale delle portate di piena non è stato modificato dalla presenza di manufatti a monte, sono stati trasferiti dunque i risultati dell'indagine VAPI in Campania ai bacini di interesse per l'Autorità in termini sia di dati ed elaborazioni, sia di analisi e modellistica.

Nel caso di bacini in cui è presente un manufatto capace di alterare il regime naturale delle portate di piena, si è dovuto, come detto, valutarne l'effetto con un modello di simulazione dell'opera stessa. In questo caso, per la valutazione delle portate di piena con assegnato rischio, è stato necessario considerare:

- un modello idrologico per la valutazione delle portate di piena naturali a monte della sezione in cui è presente il manufatto, che fornisse valori di ingresso al modello del manufatto.
- un modello di simulazione idraulica del comportamento del manufatto. Tale modello è stato sempre il più semplice possibile, basandosi generalmente su una schematizzazione concettuale del comportamento dell'opera.
- un modello di trasferimento dei deflussi di piena in uscita dalla sezione del manufatto, fino a sezioni più a valle. Anche tale modello, coerentemente con le rimanenti componenti, è stato prevalentemente di tipo concettuale.

4.3. MODELLO IDRAULICO

4.3.1. *Modello idraulico in moto permanente*

Per valutare il tirante idrico nelle sezioni rilevate lungo i corsi d'acqua principali del bacino del Volturno a monte della confluenza con il Calore è stato utilizzato un modello di simulazione in cui il moto lungo il corso d'acqua è stato schematizzato come monodimensionale e in condizioni di regime permanente, che ha consentito di verificare

che i dati disponibili fossero sufficienti per una corretta modellazione dei fenomeni idraulici, di valutare tronco per tronco tutte le caratteristiche geometriche ed idrauliche della corrente e di evidenziare i punti dove può essere necessaria una più approfondita modellazione del moto in alveo, e dove sarà opportuno procedere in futuro all'applicazione di un modello di simulazione che schematizzi il moto lungo il corso d'acqua in condizioni di regime vario. Nella fase di modifica del Progetto di Piano per le aree oggetto di tali ulteriori studi (Alto Volturno e confluenza Calore- Tammara) è stato utilizzato il modello implementato nel codice di calcolo sviluppato dall' United States Army Corps of Engineering (USACE), Hydrological Engineering Center (HEC) e denominato River Analysis System (RAS).

4.3.2. Modello idraulico in moto vario

Lungo l'asta del Volturno a valle della confluenza con il Calore date le mutate caratteristiche morfologiche rispetto ai tronchi montani, e data l'esistenza di numerosi studi pregressi effettuati con l'ausilio di modelli matematici appositamente studiati e tarati per l'asta in esame, si è ritenuto opportuno utilizzare, per i calcoli, un modello matematico più generalizzato e diffuso, quale il MIKE11, realizzato dal DHI (Danish Hydraulic Institute), già in possesso dell'Amministrazione e quindi di più facile utilizzo da parte della stessa per successive verifiche e/o nuove elaborazioni, avvalendosi nel contempo dei risultati degli studi pregressi per una migliore taratura del modello utilizzato.

4.3.3. Modelli idraulici di inondazione di ampie aree pianeggianti

Per l'inondazione delle piane è stato utilizzato uno schema di invaso statico, per cui sono state considerate inondabili tutte le aree limitrofe al corso d'acqua sottoposte alle quote del tirante idrico calcolate nelle sezioni trasversali. Tale approssimazione è risultata non eccessivamente gravosa, dal momento che nel modello sono state utilizzate sezioni trasversali estese, che hanno dunque consentito di tenere in conto l'effetto delle aree limitrofe al corso d'acqua sull'andamento della corrente.

4.4. RISULTATI

4.4.1. Portate di piena naturali

La valutazione delle portate di piena corrispondenti a prefissati periodi di ritorno è stata effettuata relativamente a sottobacini ritenuti idrologicamente omogenei.

Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno

Di seguito sono sintetizzati i risultati ottenuti dall'applicazione del modello idrologico per la valutazione delle portate di piena naturali.

Sottobacini considerati

| NUM. | SEZIONI DI CHIUSURA |
|-------------|---|
| 1 | Cavaliere a monte di Fossatella |
| 2 | Cavaliere a monte della confluenza Volturno |
| 3 | Volturno a monte di Ripaspaccata |
| 4 | Volturno a monte della confluenza Cavaliere (a valle di Ripaspaccata) |
| 5 | Volturno a valle della confluenza Cavaliere |
| 6 | Volturno alla confluenza Lorda |
| 7 | Volturno alla confluenza Rava delle Copelle |
| 8 | Volturno alla confluenza Sava |
| 9 | Volturno alla confluenza S. Bartolomeo |
| 10 | Volturno alla confluenza Lete |
| 11 | Volturno alla confluenza Torano |
| 12 | Volturno alla confluenza Titerno |
| 13 | Volturno alla confluenza Calore I. |
| 14 | Calore I. alla confluenza Tammaro |
| 15 | Tammaro alla confluenza Calore I. |
| 16 | Calore I. alla confluenza Sabato |
| 17 | Sabato alla confluenza Calore I. |
| 18 | Calore I. alla confluenza Ienza |
| 19 | Calore I. alla confluenza Volturno |
| 20 | Volturno a valle confluenza Calore |
| 21 | Volturno a Ponte Annibale |
| 22 | R. S. Bartolomeo alla confluenza con il Volturno |

| PORTATE DI PIENA NATURALI | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| sez. | m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
| 1 | 258 | 224 | 333 | 421 | 584 | 673 | 795 | 988 | 1200 |
| 2 | 261 | 227 | 337 | 426 | 591 | 681 | 805 | 1000 | 1214 |
| 3 | 195 | 170 | 252 | 318 | 441 | 508 | 600 | 746 | 906 |
| 4 | 199 | 170 | 257 | 324 | 450 | 519 | 613 | 761 | 924 |
| 5 | 325 | 283 | 420 | 530 | 735 | 848 | 1001 | 1244 | 1511 |
| 6 | 331 | 288 | 427 | 540 | 748 | 863 | 1020 | 1267 | 1539 |
| 7 | 368 | 320 | 474 | 599 | 831 | 959 | 1132 | 1407 | 1708 |
| 8 | 385 | 335 | 496 | 627 | 869 | 1003 | 1184 | 1472 | 1787 |
| 9 | 395 | 344 | 510 | 645 | 833 | 1031 | 1217 | 1513 | 1837 |
| 10 | 456 | 470 | 490 | 710 | 1060 | 1225 | 1445 | 1795 | 1918 |
| 11 | 514 | 530 | 550 | 800 | 1195 | 1380 | 1630 | 2020 | 2455 |
| 12 | 556 | 573 | 596 | 866 | 1295 | 1494 | 1764 | 2192 | 2662 |
| 13 | 587 | 605 | 630 | 915 | 1370 | 1580 | 1860 | 2315 | 2810 |
| 14 | 466 | 480 | 495 | 720 | 1080 | 1245 | 1470 | 1825 | 2220 |
| 15 | 354 | 365 | 380 | 550 | 825 | 950 | 1125 | 1395 | 1695 |
| 16 | 582 | 600 | 620 | 900 | 1350 | 1560 | 1840 | 2285 | 2775 |
| 17 | 302 | 311 | 324 | 470 | 700 | 811 | 1000 | 1190 | 1445 |
| 18 | 708 | 730 | 760 | 1100 | 1650 | 1900 | 2250 | 2800 | 3400 |
| 19 | 757 | 780 | 810 | 1180 | 1765 | 2040 | 2400 | 2990 | 3630 |
| 20 | 1086 | 1120 | 1165 | 1690 | 2525 | 2915 | 3445 | 4280 | 5195 |
| 21 | 1135 | 1170 | 1220 | 1770 | 2640 | 3050 | 3600 | 4500 | 5430 |
| 22 | | 45 | 67 | 85 | 163 | 216 | 290 | 408 | |

4.4.2. Effetto di laminazione esercitato dagli invasi di Ripaspaccata e Fossatella (Alto Volturno Molisano)

Per il bacino dell'Alto Volturno è stato predisposto negli anni passati un piano di difesa dalle piene che, con la realizzazione di due vasche di laminazione, prevede la riduzione del rischio di inondazione della piana Venafrana.

La presenza dei due manufatti, il primo sul Volturno a monte della confluenza con il Cavaliere in località Ripaspaccata (in esercizio) ed il secondo sul Cavaliere in località Fossatella (in corso di realizzazione), modifica il regime naturale delle piene.

E' stato valutato, quindi, l'effetto di laminazione congiunto delle due vasche in parallelo, considerando i due bacini, sottesi dalle sezioni in cui sono localizzate le rispettive vasche, come sottobacini di un bacino distribuito.

I risultati dello studio effettuato hanno messo in evidenza che l'invaso di Ripaspaccata è tale da massimizzare il beneficio di riduzione delle piene a valle per periodi di ritorno pari a 100 anni e l'invaso sul Cavaliere è tale da massimizzare il beneficio di riduzione delle piene a valle per periodi di ritorno pari a 50 anni. Per periodi di ritorno più elevati i rispettivi invasi di laminazione vengono riempiti, sicché l'effetto di riduzione della portata a valle diventa via via minore.

Di seguito sono sintetizzati i risultati ottenuti dall'applicazione sia del modello idrologico per la valutazione delle portate di piena naturali, sia del modello di valutazione dell'effetto di laminazione delle piene esercitato dall'invaso di Ripaspaccata sul Volturno e dal costruendo invaso di Fossatella sul Cavaliere. Per quest'ultimo sono riportati anche i valori delle portate laminate per effetto di un allargamento della luce di fondo al fine di massimizzare l'effetto di laminazione in corrispondenza di periodi di ritorno $T = 100$ anni

**Effetto di laminazione esercitato dall'invaso di Ripaspaccata sul Volturno
(attualità)**

| sez. | Portate piena naturali | | | Portate laminate | | |
|------|------------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| | Q_{30} | Q_{100} | Q_{300} | Q_{30} | Q_{100} | Q_{300} |
| 4 | 450 | 613 | 761 | 309 | 462 | 595 |
| 5 | 735 | 1001 | 1244 | 725 | 971 | 1190 |
| 6 | 748 | 1020 | 1267 | 738 | 989 | 1213 |
| 7 | 831 | 1132 | 1407 | 821 | 1102 | 1352 |
| 8 | 869 | 1184 | 1472 | 859 | 1154 | 1417 |
| 9 | 893 | 1217 | 1513 | 884 | 1187 | 1458 |
| 10 | 1060 | 1445 | 1795 | 1040 | 1230 | 1530 |
| 11 | 1195 | 1630 | 2020 | 1175 | 1488 | 1851 |
| 13 | 1370 | 1860 | 2315 | 1355 | 1580 | 1965 |

Effetto di laminazione esercitato dall'invaso di Ripaspaccata sul Volturno e dall'invaso di Fossatella sul Cavaliere (futuro)

| Sez | Portate piena naturali | | | Portate laminate (con luce di fondo come da progetto) | | | Portate laminate (con luce di fondo modificata) | | |
|-----|------------------------|------------------|------------------|---|------------------|------------------|---|------------------|------------------|
| | Q ₃₀ | Q ₁₀₀ | Q ₃₀₀ | Q ₃₀ | Q ₁₀₀ | Q ₃₀₀ | Q ₃₀ | Q ₁₀₀ | Q ₃₀₀ |
| . | | | | | | | | | |
| 2 | 591 | 805 | 1000 | 249 | 496 | 698 | | 477 | 684 |
| 4 | 450 | 613 | 761 | 309 | 462 | 595 | 309 | 462 | 595 |
| 5 | 735 | 1001 | 1244 | 410 | 688 | 916 | 454 | 669 | 902 |
| 6 | 748 | 1020 | 1267 | 423 | 706 | 939 | 467 | 687 | 925 |
| 7 | 831 | 1132 | 1407 | 506 | 819 | 1078 | 550 | 800 | 1064 |
| 8 | 869 | 1184 | 1472 | 544 | 871 | 1143 | 588 | 852 | 1129 |
| 9 | 893 | 1217 | 1513 | 569 | 904 | 1184 | | | |
| 10 | 1060 | 1445 | 1795 | 1040 | 1230 | 1530 | | | |
| 11 | 1195 | 1630 | 2020 | 1500 | 1780 | 2020 | | | |
| 13 | 1370 | 1860 | 2315 | 1860 | 2315 | 2315 | | | |

4.4.3. Scolmatore Rava-Volturno.

E' stata valutata solo dal punto di vista idraulico l'influenza sulle fasce fluviali, dovuta alla realizzazione di uno "scolmatore" di piena, che devii le portate del T. Rava, superiori ad una assegnata soglia, mediante un canale emissario di opportune dimensioni e di lunghezza di circa 4 km, direttamente nel fiume Volturno a valle della traversa ENEL di Colle Torcino. E' opportuno rilevare che una soluzione del tipo di quella innanzi descritta, dal punto di vista morfologico, oltre che idraulico, appare rispondente alla realtà naturale dei luoghi. Infatti, prima della sistemazione idraulica della piana di Venafro, le acque del T. Rava, in occasione delle piene maggiori, invadevano l'ampio cono di deiezione posto subito a valle dell'odierno abitato di Pozzilli e, dopo aver danneggiato le colture della zona, riuscivano ad immettersi direttamente nel F. Volturno. Successivamente, per proteggere le suddette aree, all'epoca sicuramente quelle di più alto pregio, si preferì inalveare il corso d'acqua seguendo all'incirca il ramo di valle del cono di deiezione che è diventato l'attuale canale arginato

entro il quale scorre il T. Rava. In occasione delle piene principali restava così inondata soltanto l'ampia piana a valle dell'abitato di Venafro, all'epoca del tutto priva di colture per la naturale tendenza all'impaludamento. Attualmente però le aree suddette, rappresentano quelle di maggior pregio dal punto di vista agricolo e sono intensamente coltivate.

Il progetto è stato concepito con i seguenti obiettivi:

1. che le portate di piena di periodo di ritorno non superiore a 100 anni risultino interamente contenute nel T. Rava e nel Rio S. Bartolomeo eventualmente con limitati interventi di adeguamento idraulico di quest'ultimo;
2. che siano mitigati gli effetti dell'esondazione per piene con periodo di ritorno superiore a 100 anni.

Per la valutazione delle portate di piena naturali per i periodi di ritorno di T=30, 100 e 300 anni sono state individuate n. 6 sezioni di interesse riportate nella seguente tabella:

| Sezione | A (km ²) | Descrizione |
|---------|-------------------------|--|
| 1 | 70.43 | T. Rava a valle della confluenza con il T. ravicone di Pontestorto |
| 2 | 76.69 | T. Rava a monte della confluenza con il Rio San Bartolomeo |
| 3 | 106.27 | Rio San Bartolomeo a valle confluenza con il Rio Fontana Franca |
| 4 | 113.97 | Rio San Bartolomeo a monte confluenza con Colatore Isola |
| 5 | 140.48 | Rio San Bartolomeo alla confluenza con il fiume Volturno |
| 6 | 23.00 | Rio Fontana Franca – sezione terminale |

Per tali sezioni sono stati calcolati i seguenti valori delle portate di piena

| Sezione | A (km ²) | Q ₂ (m ³ /s) | Q ₅ (m ³ /s) | Q ₁₀ (m ³ /s) | Q ₂₀ (m ³ /s) | Q ₃₀ (m ³ /s) | Q ₅₀ (m ³ /s) | Q ₁₀₀ (m ³ /s) | Q ₃₀₀ (m ³ /s) |
|----------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|---|---|
| 1 | 70.43 | 22 | 33 | 41 | 68 | 92 | 123 | 166 | 236 |
| 2 | 76.69 | 26 | 38 | 49 | 83 | 109 | 143 | 191 | 269 |
| 3 | 106.27 | 35 | 52 | 65 | 89 | 121 | 162 | 220 | 314 |
| 4 | 113.97 | 39 | 58 | 74 | 111 | 146 | 191 | 254 | 356 |
| 5 | 140.48 | 45 | 67 | 85 | 123 | 163 | 216 | 290 | 408 |
| 6 | 23.00 | 15 | 30 | 46 | 65 | 76 | 92 | 114 | 149 |

Riguardo allo schema funzionale, si è ipotizzata la realizzazione di un dispositivo per la riduzione delle portate, da localizzare subito a valle del ponte FF. in corrispondenza

dell'ansa a valle della quale il T. Rava piega verso l'abitato di Venafro. Si tratta, nelle linee generali, di un sistema in grado di separare e convogliare a valle nel corso del T. Rava una portata non superiore a 30-40 m³/s in maniera praticamente indipendentemente dalla portata in arrivo. La restante parte viene, invece, convogliata nell'emissario con recapito finale nel F. Volturno a valle della traversa di Colle Torcino.

Le portate residue nell'alveo del T. Rava e successivamente nel Rio S. Bartolomeo sono riportate nella seguente tabella, riferita alle sei sezioni considerate:

4.4.3.1. Portate di calcolo per gli scenari con e senza scolmatore

| Sezione | Progressiva | Senza scolmatore | | | Con scolmatore | | |
|--|----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | Q ₃₀ | Q ₁₀₀ | Q ₃₀₀ | Q ₃₀ | Q ₁₀₀ | Q ₃₀₀ |
| 86 – Ponte SS.85 | 0,00 | 92 | 166 | 236 | 92 | 166 | 236 |
| 81 – Scaricatore di piena | 196,00 | 92 | 166 | 236 | 36 | 36 | 36 |
| 58 – sezione tipo 2 | 2167,00 | 109 | 191 | 269 | 53 | 61 | 69 |
| 49 – immissione T.Rava nel Rio San Bartolomeo | 3630,00 | 121 | 220 | 314 | 65 | 90 | 114 |
| 43 – sezione a valle ponte alla progr. 4727.00 | 4851,00 | 146 | 254 | 356 | 90 | 124 | 156 |
| 28 – immissione colatore Isola nel Rio San Bartolomeo | 9094,00 | 163 | 290 | 409 | 107 | 160 | 209 |

4.4.4. Caratteristiche dei bacini considerati.

4.4.4.1. Cavaliere a monte di Fossatella

1. Caratteristiche del bacino

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 372 km²

Densità di drenaggio = 1.73 km/ Km²

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 4.78

Lunghezza media delle aste = 0.64 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$$I_o = 99.04 \text{ mm/ora}$$

$$d_c = 0.15 \text{ ore}$$

$$\beta = 0.653$$

$$K_A = 0.74$$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

$$\text{Area impermeabile} = 586 \text{ km}^2$$

$$\text{Area permeabile senza bosco} = 52 \text{ km}^2$$

$$\text{Coefficiente di deflusso } c_f = 0.49$$

$$\text{Tempo di ritardo } t_r = 4.1 \text{ ore}$$

$$m(Q) = 258 \text{ mc/s}$$

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| $m(Q)$ | Q_2 | Q_5 | Q_{10} | Q_{30} | Q_{50} | Q_{100} | Q_{300} | Q_{1000} |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 258 | 224 | 333 | 421 | 584 | 673 | 795 | 988 | 1200 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo |
|--------------------------|
| alluvionato largo |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili = **25**

4.4.4.2. Cavaliere a monte della confluenza Volturno.

1. Caratteristiche del bacino

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 381 km²

Densità di drenaggio = 1.73 km/ Km²

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 4.78

Lunghezza media delle aste = 0.64 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_o = 99.04$ mm/ora

$d_c = 0.15$ ore

$\beta = 0.653$

$K_A = 0.74$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 53 km²

Area permeabile senza bosco = 293 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.49$

Tempo di ritardo $t_r = 4.1$ ore

$m(Q) = 261$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 261 | | 337 | 426 | 591 | 681 | 805 | 1000 | 1214 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

Tipologia d'alveo

Alluvionato largo

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili = **25**

| Sez. n° | Progressiv a | Tav. n° | Note |
|---------|-----------------|---------|-------------------------------------|
| 342 | 167.156 | | |
| 343 | 167.358 | | |
| 344 | 167.518 | | |
| 345 | 167.618 | | |
| 346 | 167.808 | | Sez. a valle vasca di Fossatella |

4.4.4.3. Volturno a monte di Ripaspaccata.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

Superficie del bacino = 214 km²

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$$I_0 = 88,87 \text{ mm/ora}$$

$$d_c = 0,22 \text{ ore}$$

$$\beta = 0,650$$

$$K_A = 0,82$$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

$$\text{Area impermeabile} = 36 \text{ km}^2$$

$$\text{Area permeabile senza bosco} = 143 \text{ km}^2$$

$$\text{Coefficiente di deflusso } c_f = 0.45$$

$$\text{Tempo di ritardo } t_r = 3,3 \text{ h}$$

$$m(Q) = 195 \text{ mc/s}$$

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 195 | 170 | 252 | 318 | 441 | 508 | 600 | 746 | 906 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

Tipologia d'alveo

Alluvionato largo

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili = 25

4.4.4.4. Volturno a monte della confluenza Cavaliere.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

Superficie del bacino = 222 km²

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$$I_o = 88,87 \text{ mm/ora}$$

$$d_c = 0,22 \text{ ore}$$

$$\beta = 0,650$$

$$K_A = 0,82$$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

$$\text{Area impermeabile} = 38 \text{ km}^2$$

$$\text{Area permeabile senza bosco} = 149 \text{ km}^2$$

$$\text{Coefficiente di deflusso } c_f = 0.45$$

$$\text{Tempo di ritardo } t_r = 3,4 \text{ h}$$

$$m(Q) = 199 \text{ mc/s}$$

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 199 | 170 | 257 | 324 | 450 | 519 | 613 | 761 | 924 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

Tipologia d'alveo

Alluvionato largo

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili = 25

4.4.4.5. Volturno a valle della confluenza Cavaliere.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

Superficie del bacino = 603 km²

Densità di drenaggio = 1,68

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_o = 94,83$ mm/ora

$d_c = 0,17$ ore

$\beta = 0,651$

$K_A = 0,68$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 96 km²

Area permeabile senza bosco = 440 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.48$

Tempo di ritardo $t_r = 5,4$ h

$m(Q) = 325$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 325 | 283 | 420 | 530 | 735 | 848 | 1001 | 1244 | 1511 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

Tipologia d'alveo

Alluvionato largo

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili = 25

4.4.4.6. Volturno alla confluenza Lorda.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

Superficie del bacino = 608 km²

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_0 = 94,83$ mm/ora

$d_c = 0,17$ ore

$\beta = 0,651$

$K_A = 0,68$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 94 km²

Area permeabile senza bosco = 450 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.48$

Tempo di ritardo $t_r = 5,4$ h

$m(Q) = 331$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 331 | 288 | 427 | 540 | 748 | 863 | 1020 | 1267 | 1539 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo |
|--------------------------|
| Alluvionato largo |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili = 25

| Sez. n° | Progressiva | Tav. n° | Note |
|----------------|--------------------|----------------|-----------------------------|
| 338 | 166.303 | 4.40 | |
| 339 | 166.438 | 4.40 | |
| 340 | 166.773 | 4.40 | |
| 341 | 166.943 | 4.40 | Confluenza Cavaliere |

4.4.4.7. Volturno alla confluenza Rava delle Copelle

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

Superficie del bacino = 734 km²

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$$I_o = 94,87 \text{ mm/ora}$$

$$d_c = 0,17 \text{ ore}$$

$$\beta = 0,657$$

$$K_A = 0,65$$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

$$\text{Area impermeabile} = 88 \text{ km}^2$$

$$\text{Area permeabile senza bosco} = 553 \text{ km}^2$$

$$\text{Coefficiente di deflusso } c_f = 0.47$$

$$\text{Tempo di ritardo } t_r = 5,4 \text{ h}$$

$$m(Q) = 368 \text{ mc/s}$$

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 368 | 320 | 474 | 599 | 831 | 959 | 1132 | 1407 | 1708 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo |
|--------------------------|
| Alluvionato largo |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili = 25

| Sez. n° | Progressiva | Tav. n° | Note |
|----------------|--------------------|----------------|-------------|
| 306 | 162.240 | 4.40 | |
| 307 | 162.365 | 4.40 | |
| 308 | 162.490 | 4.40 | |
| 309 | 162.600 | 4.40 | |

| Sez. n° | Progressiva | Tav. n° | Note |
|---------|-------------|---------|------------------------------|
| 310 | 162.683 | 4.40 | |
| 311 | 162.783 | 4.40 | |
| 312 | 162.898 | 4.40 | |
| 313 | 163.013 | 4.40 | |
| 314 | 163.103 | 4.40 | |
| 315 | 163.148 | 4.40 | |
| | 163.148 | 4.40 | Ponte SS 85 |
| 316 | 163.178 | 4.40 | |
| 317 | 163.228 | 4.40 | |
| 318 | 163.288 | 4.40 | |
| | 163.288 | 4.40 | Ponte 25 archi |
| 319 | 163.318 | 4.40 | |
| 320 | 163.398 | 4.40 | |
| 321 | 163.548 | 4.40 | |
| 322 | 163.748 | 4.40 | |
| 323 | 163.903 | 4.40 | |
| 324 | 164.013 | 4.40 | |
| 325 | 164.128 | 4.40 | |
| 326 | 164.268 | 4.40 | |
| 327 | 164.318 | 4.40 | |
| | 164.318 | 4.40 | Ponte FF.SS. Isernia-Venafro |
| 328 | 164.348 | 4.40 | |
| 329 | 164.378 | 4.40 | |
| 330 | 164.593 | 4.40 | |
| 331 | 164.808 | 4.40 | |
| 332 | 165.043 | 4.40 | |
| 333 | 165.273 | 4.40 | |
| 334 | 165.508 | 4.40 | |
| 335 | 165.743 | 4.40 | |
| 336 | 165.903 | 4.40 | |
| 337 | 166.063 | 4.40 | Confluenza Lorda |

4.4.4.8. Volturno alla confluenza Sava.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 791 km²

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 159 km

Lunghezza dell'asta principale = 40 km

Densità di drenaggio = 1.45 km⁻¹

Altitudine media = 789 m slmm

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 4.09

Lunghezza media delle aste = 0.68 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_o = 94.87$ mm/ora

$d_c = 0.1722$ ore

$\beta = 0.6570$

$K_A = 0.64$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 90 km²

Area permeabile senza bosco = 587 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.47$

Tempo di ritardo $t_r = 5.5$ ore

$m(Q) = 385$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 385 | 335 | 496 | 627 | 869 | 1003 | 1184 | 1472 | 1787 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| |
|---|
| Tipologia d'alveo alluvionato largo |
|---|

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili =
25

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tav. n° | Note |
|---------|-------------|---------|-------------------------------|
| 287 | 157.407 | 4.39 | |
| 288 | 157.665 | 4.39 | |
| 289 | 157.965 | 4.39 | |
| Sez. n° | Progressiva | Tav. n° | Note |
| 290 | 158.305 | 4.39 | |
| 291 | 158.630 | 4.39 | |
| 292 | 158.880 | 4.39 | |
| 293 | 159.150 | 4.39 | |
| 294 | 159.575 | 4.39 | |
| 295 | 159.890 | 4.39 | |
| 296 | 160.165 | 4.39 | |
| 297 | 160.545 | 4.40 | |
| 298 | 160.815 | 4.40 | |
| 299 | 160.985 | 4.40 | |
| 300 | 161.145 | 4.40 | |
| 301 | 161.355 | 4.40 | |
| 302 | 161.555 | 4.40 | |
| 303 | 161.705 | 4.40 | |
| 304 | 161.850 | 4.40 | |
| 305 | 162.110 | 4.40 | Confluenza Rava delle Copelle |

4.4.4.9. Volturno alla confluenza S. Bartolomeo.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

Superficie del bacino = 874 km²

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_0 = 93,31 \text{ mm/ora}$

$d_c = 0,18 \text{ ore}$

$\beta = 0,663$

$K_A = 0,63$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 105 km²

Area permeabile senza bosco = 647 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.46$

Tempo di ritardo $t_r = 5,9$ h

$m(Q) = 395$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 395 | 344 | 510 | 645 | 893 | 1031 | 1217 | 1513 | 1837 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

Tipologia d'alveo

Alluvionato largo

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili = 25

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|----------------|--------------------|------------------|-------------|
| 250 | 150.128 | 4.38 | |
| 251 | 150.308 | 4.38 | |
| 252 | 150.708 | 4.38 | |
| 253 | 150.983 | 4.38 | |
| 254 | 151.273 | 4.38 | |
| 255 | 151.583 | 4.38 | |
| 256 | 151.883 | 4.38 | |
| 257 | 152.138 | 4.38 | |
| 258 | 152.453 | 4.38 | |
| 259 | 152.888 | 4.38 | |
| 260 | 153.248 | 4.38 | |
| 261 | 153.433 | 4.38 | |
| 262 | 153.543 | 4.38 | |

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|--------------------------------|
| 263 | 153.573 | 4.38 | |
| | 153.573 | 4.38 | Ponte del Re |
| 264 | 153.603 | 4.38 | |
| 265 | 153.853 | 4.38 | |
| 266 | 154.153 | 4.38 | |
| 267 | 154.323 | 4.38 | |
| 268 | 154.578 | 4.38 | |
| 269 | 154.846 | 4.38 | |
| 270 | 155.070 | 4.38 | |
| 271 | 155.254 | 4.38 | |
| 272 | 155.561 | 4.38 | |
| 273 | 155.659 | 4.38 | |
| 274 | 155.733 | 4.38 | |
| 275 | 155.805 | 4.38 | |
| 276 | 155.902 | 4.38 | |
| 277 | 155.903 | 4.38 | |
| 278 | 155.938 | 4.38 | |
| 279 | 155.939 | 4.38 | |
| | 155.939 | 4.38 | Traversa Enel di Colle Torcino |
| 280 | 155.974 | 4.38 | |
| 281 | 156.154 | 4.38 | |
| 282 | 156.184 | 4.38 | |
| 283 | 156.309 | 4.39 | |
| 284 | 156.484 | 4.39 | |
| 285 | 156.659 | 4.39 | |
| 286 | 156.891 | 4.39 | Confluenza Sava |

4.4.4.10. Volturno alla confluenza Lete.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 1133 km²

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 136 km

Lunghezza dell'asta principale = 63 km

Densità di drenaggio = 1.28 km⁻¹

Altitudine media = 645 m slmm

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 4.23

Lunghezza media delle aste = 0.72 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$$I_o = 92.81 \text{ mm/ora}$$

$$d_c = 0.1844 \text{ ore}$$

$$\beta = 0.6642$$

$$K_A = 0.61$$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

$$\text{Area impermeabile} = 855 \text{ km}^2$$

$$\text{Area permeabile senza bosco} = 120 \text{ km}^2$$

$$\text{Coefficiente di deflusso } c_f = 0.47$$

$$\text{Tempo di ritardo } t_r = 6.5 \text{ ore}$$

$$m(Q) = 470 \text{ mc/s}$$

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 456 | 470 | 490 | 710 | 1060 | 1225 | 1445 | 1795 | 1918 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo | lunghezza |
|--------------------------|------------------|
| Alluvionato largo | |
| Alluvionato stretto | 0.9 |
| Alluvionato largo | 1.1 |
| Piazza di deposito | 1.1 |
| Alluvionato largo | 2.8 |
| Alluvionato stretto | 1.8 |
| Piazza di deposito | 1.4 |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili =

25

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|---|
| 231 | 135.799 | 4.35 | |
| 232 | 136.961 | 4.35/4.36 | |
| 233 | 139.613 | 4.36 | |
| 234 | 139.808 | 4.36 | |
| 235 | 139.813 | 4.36 | Ponte Quattroventi |
| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
| 236 | 139.818 | 4.36 | |
| 237 | 140.444 | 4.36 | |
| 238 | 140.804 | 4.36 | |
| 239 | 142.077 | 4.36 | Confluenza con il Rio del cattivo tempo |
| 240 | 143.688 | 4.36 | |
| 241 | 144.124 | 4.36 | |
| 242 | 145.055 | 4.37 | |
| 243 | 146.118 | 4.37 | |
| 244 | 146.596 | 4.37 | |
| 245 | 146.597 | 4.37 | |
| 246 | 146.897 | 4.37 | |
| 247 | 148.023 | 4.37 | |
| 248 | 148.771 | 4.37 | |
| 249 | 150.128 | 4.37 | Confluenza con il canale S.Bartolomeo |

4.4.4.11. Volturno dalla confluenza con il Lete alla confluenza con il Torano.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 1439 km²

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 109 km

Lunghezza dell'asta principale = 90 km

Densità di drenaggio = 1.16 km⁻¹

Altitudine media = 597 m slmm

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 4.52

Lunghezza media delle aste = 0.76

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$$I_o = 92.97 \text{ mm/ora}$$

$$d_c = 0.1835 \text{ ore}$$

$$\beta = 0.6683$$

$$K_A = 0.60$$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

$$\text{Area impermeabile} = 1075 \text{ km}^2$$

$$\text{Area permeabile senza bosco} = 160 \text{ km}^2$$

$$\text{Coefficiente di deflusso } c_f = 0.46$$

$$\text{Tempo di ritardo } t_r = 7.4 \text{ ore}$$

$$m(Q) = 530 \text{ mc/s}$$

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 514 | 530 | 550 | 800 | 1195 | 1380 | 1630 | 2020 | 2455 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo | lunghezza |
|--------------------------|------------------|
| Piazza di deposito | 0.5 |
| Alluvionato largo | 0.8 |
| Alluvionato stretto | 5.6 |
| Piazza di deposito | 1.1 |
| Alluvionato stretto | 6.1 |
| Alluvionato largo | 2.0 |
| Alluvionato stretto | 4.7 |
| Alluvionato largo | 5.2 |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 35

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 20

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|---------------------------------|
| 186 | 108.991 | 4.32 | |
| 187 | 109.036 | 4.32 | Confluenza con il canale Torano |
| 188 | 110.629 | 4.32 | |
| 189 | 110.659 | 4.32 | |
| 190 | 110.664 | 4.32 | |
| 191 | 110.669 | 4.32 | Ponte Ferroviario |
| 192 | 110.809 | 4.32 | |
| 193 | 110.814 | 4.32 | Ponte Margherita |
| 194 | 110.819 | 4.32 | |
| 195 | 111.339 | 4.32 | |
| 196 | 111.654 | 4.32 | |
| 197 | 112.084 | 4.32 | |
| 198 | 113.989 | 4.33 | Confluenza con il fosso Torano |
| 199 | 115.009 | 4.33 | |
| 200 | 115.605 | 4.33 | |
| 201 | 117.682 | 4.33 | |
| 202 | 118.420 | 4.33 | |
| 203 | 118.869 | 4.33 | |
| 204 | 119.422 | 4.33 | |
| 205 | 119.642 | 4.33 | |
| 206 | 119.882 | 4.33 | |
| 207 | 120.252 | 4.33 | |
| 208 | 120.668 | 4.33 | |
| 209 | 121.074 | 4.33 | |
| 210 | 121.382 | 4.33 | |
| 211 | 122.289 | 4.33 | |
| 212 | 123.308 | 4.34 | |
| 213 | 123.883 | 4.34 | |
| 214 | 124.492 | 4.34 | |
| 215 | 125.072 | 4.34 | |
| 216 | 126.239 | 4.34 | |
| 217 | 127.084 | 4.34 | |
| 218 | 130.032 | 4.34 | |
| 219 | 131.641 | 4.35 | |
| 220 | 131.646 | 4.35 | |
| 221 | 131.651 | 4.35 | |
| 222 | 132.386 | 4.35 | |
| 223 | 133.355 | 4.35 | |
| 224 | 134.237 | 4.35 | |

Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno

| | | | |
|---------|-------------|-----------|--------------------|
| 225 | 134.373 | 4.35 | |
| 226 | 134.374 | 4.35 | briglia |
| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
| 227 | 134.399 | 4.35 | |
| 228 | 134.404 | 4.35 | Traversa di Ailano |
| 229 | 134.409 | 4.35 | |
| 230 | 135.024 | 4.35 | |
| 231 | 135.799 | 4.35 | |

4.4.4.12. Volturno dalla confluenza con il Torano alla confluenza con il Titerno.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 1804 km^2

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 93 km

Lunghezza dell'asta principale = 106 km

Densità di drenaggio =

Altitudine media =

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler =

Lunghezza media delle aste =

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_0 = 95.07 \text{ mm/ora}$

$d_c = 0.1711 \text{ ore}$

$\beta = 0.6678$

$K_A = 0.61$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 1281 km^2

Area permeabile senza bosco = 235 km^2

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.45$

Tempo di ritardo $t_r = 8.6 \text{ ore}$

$m(Q) = 573 \text{ mc/s}$

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 556 | 573 | 596 | 866 | 1295 | 1494 | 1764 | 2192 | 2662 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo | lunghezza |
|--------------------------|------------------|
| Alluvionato largo | 4.1 |
| Piazza di deposito | 0.7 |
| Alluvionato stretto | 11.8 |
| Alluvionato largo | 0.6 |
| Alluvionato stretto | 0.5 |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 35

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 20

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|----------------|--------------------|------------------|---|
| 163 | 92.751 | 4.30 | Confluenza con il F.Titerno |
| 164 | 93.673 | 4.30 | Confluenza con il torrente Advento |
| 165 | 95.085 | 4.30 | |
| 166 | 95.885 | 4.30 | |
| 167 | 96.971 | 4.30 | |
| 168 | 96.976 | 4.30 | |
| 169 | 96.986 | 4.30 | Ponte stradale |
| 170 | 97.176 | 4.31 | |
| 171 | 98.945 | 4.31 | Colle Composto |
| 172 | 98.986 | 4.31 | |
| 173 | 99.953 | 4.31 | Colle Compostelle |
| 174 | 101.589 | 4.31 | |
| 175 | 101.718 | 4.31 | |

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|-----------------|
| 176 | 102.449 | 4.31 | |
| 177 | 102.899 | 4.31 | |
| 178 | 103.524 | 4.31 | Ponte stradale |
| 179 | 103.690 | 4.31 | |
| 180 | 104.497 | 4.31 | |
| 181 | 104.548 | 4.31 | |
| 182 | 105.448 | 4.31 | |
| 183 | 105.636 | 4.31 | |
| 184 | 106.531 | 4.31 | |
| 185 | 106.852 | 4.31 | Mass. Fusciello |
| 186 | 108.991 | 4.32 | |

4.4.4.13. Volturno dalla confluenza con il Titerno alla confluenza con il Calore.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 2018 km²

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 82 km

Lunghezza dell'asta principale = 117 km

Densità di drenaggio = 1.26 km⁻¹

Altitudine media = 580 m slmm

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 4.55

Lunghezza media delle aste = 0.76 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_0 = 95.46$ mm/ora

$d_c = 0.1690$ ore

$\beta = 0.6686$

$K_A = 0.61$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 1410 km²

Area permeabile senza bosco = 285 km²

Tempo di ritardo t_r = 9.4 ore

$m(Q) = 605$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 587 | 605 | 630 | 915 | 1370 | 1580 | 1860 | 2315 | 2810 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo | lunghezza |
|--------------------------|------------------|
| Alluvionato stretto | 7.4 |
| Piazza di deposito | 0.9 |
| Alluvionato largo | 3.5 |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 30

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 20

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|----------------|--------------------|------------------|---------------------------------------|
| 147 | 82.219 | 4.28 | Confluenza con il F. Calore I. |
| 148 | 82.519 | 4.28 | |
| 149 | 83.358 | 4.28 | |
| 150 | 84.134 | 4.28 | Amorosi |
| 151 | 84.139 | 4.28 | Ponte SS n° 78 |
| 152 | 84.144 | 4.28 | |
| 153 | 84.149 | 4.28 | |
| 154 | 84.935 | 4.29 | Alvignanello |

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|-----------------------------|
| 155 | 86.178 | 4.29 | |
| 156 | 86.938 | 4.29 | |
| 157 | 87.734 | 4.29 | Mass. Apito |
| 158 | 88.908 | 4.29 | |
| 159 | 89.521 | 4.29 | Piana di Limatelle |
| 160 | 90.587 | 4.29 | |
| 161 | 91.654 | 4.30 | |
| 162 | 92.200 | 4.30 | |
| 163 | 92.751 | 4.30 | Confluenza con il F.Titerno |

4.4.4.14. Volturno dalla confluenza con il Calore Irpino alla foce.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino alla foce = 5560 km²

Lunghezza dell'asta principale = 203 km

Altitudine media = 534 m slmm

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| | m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|---------------------|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| valle confl. | 1086 | 1120 | 1165 | 1690 | 2525 | 2915 | 3445 | 4280 | 5195 |
| P. Annibale | 1135 | 1170 | 1220 | 1770 | 2640 | 3050 | 3600 | 4500 | 5430 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Granulometrie

3.1.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

- dalla confl. Calore a P.te Annibale:

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 33

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 16

- da P.te Annibale alla Foce:

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 37, 45, 50

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 25

5. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|------------------------|
| 1 | 0 | 4.01 | Foce |
| 2 | 325 | 4.01 | |
| 3 | 577 | 4.01 | |
| 4 | 1.269 | 4.01 | P.te Domitiana |
| 5 | 1.365 | 4.01 | |
| 6 | 1.666 | 4.01 | |
| 7 | 1.942 | 4.01 | Castel Volturno |
| 8 | 2.254 | 4.01 | |
| 9 | 2.668 | 4.01 | Viadotto delle Bagnane |
| 10 | 3.085 | 4.01 | |
| 11 | 3.616 | 4.01 | S. Teresa |
| 12 | 4.034 | 4.01 | |
| 13 | 4.420 | 4.02 | |
| 14 | 5.274 | 4.02 | Cacchione |
| 15 | 6.224 | 4.02 | Porto Schiavetti |
| 16 | 6.572 | 4.02 | |
| 17 | 7.072 | 4.02 | |
| 18 | 7.802 | 4.02 | |
| 19 | 8.258 | 4.02 | |
| 20 | 8.788 | 4.03 | |
| 21 | 9.228 | 4.03 | Volta di Foria |
| 22 | 10.478 | 4.03 | |
| 23 | 11.077 | 4.03 | Caricchiano |
| 24 | 11.665 | 4.03 | |
| 25 | 12.101 | 4.03 | |
| 26 | 12.673 | 4.03 | P.te Ferroviario |
| 27 | 12.875 | 4.03 | |
| 28 | 13.177 | 4.03 | |
| 29 | 13.570 | 4.03 | P.te Garibaldi |
| 30 | 14.001 | 4.03 | |
| 31 | 14.365 | 4.03 | |
| 32 | 14.881 | 4.03 | Cancello Arnone |
| 33 | 15.289 | 4.03 | |
| 34 | 15.673 | 4.03 | |
| 35 | 16.123 | 4.03 | |
| 36 | 16.462 | 4.03 | |
| 37 | 16.928 | 4.04 | Balzo |
| 38 | 17.558 | 4.04 | |
| 39 | 17.963 | 4.04 | |
| 40 | 18.527 | 4.04 | Polledrara |
| 41 | 19.184 | 4.04 | |
| 42 | 19.684 | 4.04 | |
| 43 | 20.114 | 4.04 | Mass. Pioppeto |

Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|----------------|--------------------|------------------|----------------------|
| 44 | 20.704 | 4.04 | |
| 45 | 21.279 | 4.04 | |
| 46 | 21.949 | 4.05 | |
| 47 | 22.413 | 4.05 | |
| 48 | 22.713 | 4.05 | Starza |
| 49 | 23.401 | 4.05 | |
| 50 | 23.994 | 4.05 | |
| 51 | 24.549 | 4.05 | |
| 52 | 25.117 | 4.05 | |
| 53 | 26.140 | 4.05 | Mass. La Vota |
| 54 | 26.801 | 4.05 | Grazzanise |
| 55 | 27.239 | 4.05 | P.te Stradale |
| 56 | 27.998 | 4.05 | |
| 57 | 28.560 | 4.05 | |
| 58 | 29.345 | 4.05 | |
| 59 | 29.762 | 4.05 | Brezza |
| 60 | 31.372 | 4.05 | Parco della Pagliaia |
| 61 | 31.793 | 4.05 | |
| 62 | 32.976 | 4.05 | |
| 63 | 33.300 | 4.05 | |
| 64 | 33.938 | 4.06 | |
| 65 | 35.110 | 4.06 | S. Maria la Fossa |
| 66 | 35.770 | 4.06 | |
| 67 | 36.536 | 4.06 | Parco di Fiume |
| 68 | 37.182 | 4.06 | |
| 69 | 38.070 | 4.06 | Vota Abbate |
| 70 | 38.198 | 4.06 | |
| 71 | 38.978 | 4.06 | |
| 72 | 39.668 | 4.06 | |
| 73 | 40.322 | 4.07 | |
| 74 | 41.106 | 4.07 | |
| 75 | 41.560 | 4.07 | Fiumemorto |
| 76 | 42.089 | 4.07 | |
| 77 | 42.736 | 4.07 | |
| 78 | 42.998 | 4.07 | |
| 79 | 43.302 | 4.07 | P.te Ferroviario |
| 80 | 43.380 | 4.07 | |
| 81 | 43.490 | 4.07 | |
| 82 | 43.668 | 4.07 | |
| 83 | 43.872 | 4.07 | P.te Stradale |
| 84 | 44.024 | 4.07 | P.te Romano |
| 85 | 44.186 | 4.07 | |
| 86 | 44.678 | 4.07 | |
| 87 | 45.628 | 4.07 | |
| 88 | 46.330 | 4.07 | Capua |
| 89 | 46.941 | 4.07 | |
| 90 | 47.687 | 4.07 | |

Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|----------------|--------------------|------------------|---------------------------|
| 91 | 48.223 | 4.07 | Viadotto Autostrada |
| 92 | 48.826 | 4.07 | |
| 93 | 49.546 | 4.07 | |
| 94 | 50.165 | 4.08 | |
| 95 | 50.581 | 4.08 | Ferrazzano |
| 96 | 51.069 | 4.08 | |
| 97 | 51.598 | 4.08 | |
| 98 | 52.063 | 4.08 | |
| 99 | 52.283 | 4.08 | P.te Ferroviario |
| 100 | 52.595 | 4.08 | P.te Annibale |
| 101 | 53.191 | 4.08 | |
| 102 | 53.691 | 4.08 | Traversa P.te Annibale |
| 103 | 54.161 | 4.08 | |
| 104 | 54.671 | 4.08 | |
| 105 | 55.121 | 4.08 | |
| 106 | 55.721 | 4.08 | |
| 107 | 57.201 | 4.08 | |
| 108 | 57.871 | 4.08 | |
| 109 | 58.391 | 4.08 | Lagnone |
| 110 | 59.031 | 4.08 | |
| 111 | 59.611 | 4.08 | Fagianeria |
| 112 | 60.681 | 4.08 | P.te della Scafa |
| 113 | 60.941 | 4.08 | |
| 114 | 61.301 | 4.08 | |
| 115 | 62.381 | 4.09 | |
| 116 | 63.511 | 4.09 | |
| 117 | 64.481 | 4.09 | |
| 118 | 65.041 | 4.09 | Biancano |
| 119 | 65.501 | 4.09 | |
| 120 | 66.181 | 4.09 | |
| 121 | 66.671 | 4.09 | |
| 122 | 67.081 | 4.09 | |
| 123 | 67.471 | 4.09 | Fabbrica delle Mattonelle |
| 124 | 67.971 | 4.09 | |
| 125 | 68.471 | 4.09 | |
| 126 | 68.771 | 4.09 | |
| 127 | 69.311 | 4.09 | |
| 128 | 69.611 | 4.09 | |
| 129 | 70.147 | 4.09 | |
| 130 | 70.387 | 4.09 | P.te Limatola |
| 131 | 70.927 | 4.09 | |
| 132 | 72.447 | 4.09 | Limatola |
| 133 | 73.357 | 4.09 | |
| 134 | 74.487 | 4.09 | |
| 135 | 74.947 | 4.09 | |
| 136 | 75.567 | 4.09 | |
| 137 | 76.257 | 4.09 | |

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|--------------------------------|
| 138 | 76.587 | 4.09 | |
| 139 | 77.437 | 4.09 | Squille |
| 140 | 77.761 | 4.09 | |
| 141 | 78.691 | 4.09 | |
| 142 | 79.175 | 4.09 | |
| 143 | 79.735 | 4.09 | |
| 144 | 80.255 | 4.09 | Castel Campagnano |
| 145 | 80.739 | 4.09 | |
| 146 | 81.269 | 4.09 | |
| 147 | 82.219 | 4.28 | Confluenza con il F. Calore I. |

4.4.4.15. Calore dal ponte SS 90bis alla confluenza Sabato.

Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 2073 km²

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 125 km

Lunghezza dell'asta principale = 78 km

Densità di drenaggio = 1.99 km⁻¹

Altitudine media = 560 m slmm

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 3.92

Lunghezza media delle aste = 0.69 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_0 = 154.02$ mm/ora

$d_c = 0.0697$ ore

$\beta = 0.7005$

$K_A = 0.60$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 1890 km²

Area permeabile senza bosco = 160 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.54$

Tempo di ritardo $t_r = 8.7$ ore

$m(Q) = 600$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

tratto a valle confluenza Tammaro

| $m(Q)$ | Q_2 | Q_5 | Q_{10} | Q_{30} | Q_{50} | Q_{100} | Q_{300} | Q_{1000} |
|--------|-------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 582 | 600 | 620 | 900 | 1350 | 1560 | 1840 | 2285 | 2775 |

tratto a monte confluenza Tammaro

| $m(Q)$ | Q_2 | Q_5 | Q_{10} | Q_{30} | Q_{50} | Q_{100} | Q_{300} | Q_{1000} |
|--------|-------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 480 | 495 | 514 | 720 | 1080 | 1245 | 1470 | 1825 | 2220 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo | lunghezza |
|---------------------|-----------|
| Alluvionato largo | 3.3 |
| Alluvionato stretto | 5.5 |
| Piazza di deposito | 1.2 |
| Alluvionato stretto | 0.5 |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 30

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 30

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|------|
| 78 | 43.579 | 4.15 | |
| 79 | 44.399 | 4.15 | |

Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|-----------------------------|
| 80 | 44.404 | 4.15 | Ponte ferroviario |
| 81 | 44.409 | 4.15 | |
| 82 | 44.444 | 4.16 | |
| 83 | 45.474 | 4.16 | |
| 84 | 45.479 | 4.16 | |
| 85 | 45.484 | 4.16 | |
| 86 | 45.779 | 4.16 | |
| 87 | 46.151 | 4.16 | |
| 88 | 46.157 | 4.16 | |
| 89 | 46.161 | 4.16 | |
| 90 | 46.256 | 4.16 | Benevento |
| 91 | 46.257 | 4.16 | |
| 92 | 46.889 | 4.16 | |
| 93 | 46.890 | 4.16 | |
| 94 | 46.902 | 4.16 | |
| 95 | 46.907 | 4.16 | ponte |
| 96 | 46.912 | 4.16 | |
| 97 | 46.996 | 4.16 | |
| 98 | 47.411 | 4.16 | |
| 99 | 47.412 | 4.16 | |
| 100 | 47.431 | 4.16 | |
| 101 | 47.436 | 4.16 | ponte |
| 102 | 47.441 | 4.16 | |
| 103 | 47.476 | 4.16 | |
| 104 | 47.514 | 4.16 | |
| 105 | 47.519 | 4.16 | |
| 106 | 47.524 | 4.16 | |
| 107 | 48.719 | 4.16 | |
| 108 | 49.697 | 4.16 | |
| 109 | 49.702 | 4.16 | ponte |
| 110 | 49.707 | 4.16 | |
| 111 | 50.147 | 4.16 | |
| 112 | 50.152 | 4.16 | viadotto |
| 113 | 50.157 | 4.16 | |
| 114 | 50.252 | 4.16 | |
| 115 | 51.155 | 4.16 | |
| 116 | 51.608 | 4.16 | |
| 117 | 51.613 | 4.16 | |
| 118 | 51.618 | 4.16 | |
| 119 | 51.712 | 4.16 | |
| 120 | 51.713 | 4.16 | |
| 121 | 52.188 | 4.17 | |
| 122 | 53.064 | 4.17 | |
| 123 | 53.542 | 4.17 | Confluenza con il F.Tammaro |
| 124 | 54.126 | 4.17 | valle briglia |
| 125 | 54.127 | 4.17 | monte briglia |

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|-----------------|
| 126 | 54.148 | 4.17 | |
| 127 | 54.153 | 4.17 | Ponte Valentino |
| 128 | 54.158 | 4.17 | |
| 129 | 54.345 | 4.17 | |
| 130 | 54.350 | 4.17 | |
| 131 | 54.556 | 4.17 | |
| 132 | 54.689 | 4.17 | Ponte SS 90 bis |

4.4.4.16. Calore dalla confluenza con lo Sabato alla confluenza con lo lenga.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 2649 km²

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 119 km

Lunghezza dell'asta principale = 84 km

Densità di drenaggio = 1.93 km⁻¹

Altitudine media = 553 m s.l.m.m.

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 4.02

Lunghezza media delle aste = 0.68 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_0 = 141.44$ mm/ora

$d_c = 0.0805$ ore

$\beta = 0.6930$

$K_A = 0.61$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 2340 km²

Area permeabile senza bosco = 170 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.52$

Tempo di ritardo $t_r = 9.6$ ore

$$m(Q) = 730 \text{ mc/s}$$

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 708 | 730 | 760 | 1100 | 1650 | 1900 | 2250 | 2800 | 3400 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo | lunghezza |
|--------------------------|------------------|
| Alluvionato stretto | 0.9 |
| Alluvionato largo | 2.5 |
| Alluvionato stretto | 3.0 |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 30

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 20

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|----------------|--------------------|------------------|-----------------------------------|
| 70 | 37.179 | 4.15 | |
| 71 | 38.477 | 4.15 | |
| 72 | 39.599 | 4.15 | |
| 73 | 40.337 | 4.15 | |
| 74 | 41.633 | 4.15 | |
| 75 | 43.214 | 4.15 | |
| 76 | 43.569 | 4.15 | |
| 77 | 43.574 | 4.15 | ponte |
| 78 | 43.579 | 4.15 | Confluenza con il F.Sabato |

4.4.4.17. Calore dalla confluenza con lo Irga alla confluenza con il Volturno

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 3058 km²

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 82 km

Lunghezza dell'asta principale = 121 km

Densità di drenaggio = 1.93 km⁻¹

Altitudine media = 538 m slmm

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 4.09

Lunghezza media delle aste = 0.68 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_o = 137.40$ mm/ora

$d_c = 0.0830$ ore

$\beta = 0.6926$

$K_A = 0.61$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 2600 km²

Area permeabile senza bosco = 245 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.51$

Tempo di ritardo $t_r = 10.4$ ore

$m(Q) = 780$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 757 | 780 | 810 | 1180 | 1765 | 2040 | 2400 | 2990 | 3630 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo | lunghezza |
|--------------------------|------------------|
| Alluvionato stretto | 0.4 |
| Piazza di deposito | 0.3 |
| Alluvionato largo | 1.7 |
| Alluvionato stretto | 19.7 |
| Alluvionato largo | 3.8 |
| Alluvionato stretto | 5.2 |
| Piazza di deposito | 2.2 |
| Alluvionato largo | 0.6 |
| Piazza di deposito | 1.4 |
| Alluvionato stretto | 1.6 |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 30

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 30

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|----------------|--------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1 | 0 | 4.10 | Confluenza con il F.Volturno |
| 2 | 180 | 4.10 | |
| 3 | 185 | 4.10 | |
| 4 | 190 | 4.10 | |
| 5 | 585 | 4.10 | |
| 6 | 590 | 4.10 | Ponte Torello |
| 7 | 595 | 4.10 | |
| 8 | 2.419 | 4.10 | S.Tammaro |
| 9 | 3.053 | 4.10 | |
| 10 | 3.805 | 4.10 | Loc. Varricello |
| 11 | 6.107 | 4.11 | T. Grassano |
| 12 | 7.285 | 4.11 | Lago di Telese |
| 13 | 8.367 | 4.11 | |
| 14 | 9.490 | 4.11 | |
| 15 | 9.495 | 4.11 | Ruderi di ponte |

Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|----------------|--------------------|------------------|----------------------|
| 16 | 9.500 | 4.11 | |
| 17 | 9.745 | 4.11 | |
| 18 | 10.401 | 4.12 | |
| 19 | 10.406 | 4.12 | |
| 20 | 10.411 | 4.12 | |
| 21 | 10.451 | 4.12 | |
| 22 | 10.456 | 4.12 | Viadotto SS Telesina |
| 23 | 10.461 | 4.12 | |
| 24 | 11.304 | 4.12 | |
| 25 | 12.255 | 4.12 | Loc. Starze |
| 26 | 13.355 | 4.12 | |
| 27 | 14.530 | 4.12 | Mass. Matalonese |
| 28 | 15.356 | 4.12 | |
| 29 | 16.556 | 4.12 | |
| 30 | 17.490 | 4.12 | Piana della Noce |
| 31 | 18.277 | 4.12 | |
| 32 | 19.582 | 4.13 | Loc. Grottone |
| 33 | 19.587 | 4.13 | |
| 34 | 19.592 | 4.13 | |
| 35 | 19.712 | 4.13 | Loc. Valle Cupa |
| 36 | 21.222 | 4.13 | |
| 37 | 21.958 | 4.13 | |
| 38 | 23.280 | 4.13 | |
| 39 | 23.325 | 4.13 | Loc. Pezze del Cerro |
| 40 | 23.330 | 4.13 | |
| 41 | 23.335 | 4.13 | |
| 42 | 23.943 | 4.13 | |
| 43 | 23.948 | 4.13 | Mass. Pantano |
| 44 | 23.953 | 4.13 | |
| 45 | 24.073 | 4.13 | Loc. Pisciarrello |
| 46 | 24.907 | 4.13 | |
| 47 | 25.749 | 4.13 | Loc. Molino |
| 48 | 26.352 | 4.14 | Loc. Piscaturini |
| 49 | 26.728 | 4.14 | |
| 50 | 26.733 | 4.14 | Ponte stradale |
| 51 | 26.738 | 4.14 | |
| 52 | 26.783 | 4.14 | |
| 53 | 27.326 | 4.14 | |
| 54 | 28.216 | 4.14 | |
| 55 | 28.970 | 4.14 | |
| 56 | 29.533 | 4.14 | |
| 57 | 29.538 | 4.14 | viadotto |
| 58 | 29.543 | 4.14 | |
| 59 | 30.108 | 4.14 | |
| 60 | 30.940 | 4.14 | |
| 61 | 31.309 | 4.14 | |

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|---------------------------|
| 62 | 32.349 | 4.14 | |
| 63 | 33.163 | 4.14 | |
| 64 | 34.026 | 4.15 | |
| 65 | 35.463 | 4.15 | Stazione di Vitulano |
| 66 | 36.471 | 4.15 | |
| 67 | 36.476 | 4.15 | Ponte stradale |
| 68 | 36.481 | 4.15 | |
| 69 | 36.526 | 4.15 | |
| 70 | 37.179 | 4.15 | Confluenza con il F.lenga |

4.4.4.18. Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore I.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 459 km²

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 125 km

Lunghezza dell'asta principale = 55 km

Densità di drenaggio = 1.62

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 3.63

Lunghezza media delle aste = 0.69

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_0 = 85.64$ mm/ora

$d_c = 0.3103$ ore

$\beta = 0.7421$

$K_A = 0.70$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 340 km²

Area permeabile senza bosco = 14 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.43$

Tempo di ritardo $t_r = 3.5$ ore

$m(Q) = 311$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| M(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 302 | 311 | 324 | 470 | 700 | 811 | 1000 | 1190 | 1445 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo | lunghezza |
|--------------------------|------------------|
| Inciso | 11.8 |
| Incassato | 7.3 |
| Inciso | 2.5 |
| Incassato | 8.7 |
| Inciso | 11.7 |
| Alluvionato stretto | 5.8 |
| Alluvionato largo | 2.2 |
| Alluvionato stretto | 1.8 |
| Alluvionato largo | 1.6 |
| Alluvionato stretto | 1.1 |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 30

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 20

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|----------------|--------------------|------------------|--------------------------------------|
| 1 | 0 | 4.18 | Confluenza con il F.Calore I. |
| 2 | 660 | 4.18 | |
| 3 | 1.424 | 4.18 | Benevento |
| 4 | 2.189 | 4.18 | |

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|------------------|
| 5 | 3.181 | 4.18 | |
| 6 | 3.707 | 4.18 | Ponte stradale |
| 7 | 4.449 | 4.18 | |
| 8 | 5.431 | 4.19 | |
| 9 | 6.474 | 4.19 | |
| 10 | 7.518 | 4.19 | |
| 11 | 8.295 | 4.19 | Torre Pagliari |
| 12 | 9.729 | 4.19 | |
| 13 | 10.771 | 4.19 | |
| 14 | 12.134 | 4.20 | Ponte stradale |
| 15 | 13.040 | 4.20 | |
| 16 | 13.981 | 4.20 | |
| 17 | 15.173 | 4.20 | |
| 18 | 16.365 | 4.20 | Altavilla Irpina |

4.4.4.19. Tammaro da Campolattaro alla confluenza con il Calore Irpino

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

1.1.1 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino

Superficie del bacino = 673 km²

Distanza della sezione di chiusura dalla foce = 136 km

Lunghezza dell'asta principale = 70 km

Densità di drenaggio = 2.09 km⁻¹

1.1.2 Caratteristiche morfologiche e tipologiche del reticolo

Rapporto medio di biforcazione di Horton-Strahler = 4.19

Lunghezza media delle aste = 0.71 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_0 = 222.87$ mm/ora

$d_c = 0.0545$ ore

$\beta = 0.7102$

$K_A = 0.66$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area impermeabile = 612 km²

Area permeabile senza bosco = 47 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.054$

Tempo di ritardo $t_r = 4.9$ ore

$m(Q) = 365 \text{ m}^3/\text{s}$

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 354 | 365 | 380 | 550 | 825 | 950 | 1125 | 1395 | 1695 |

3. Caratteristiche morfologiche del tronco d'alveo

3.1 Classificazione dei tratti del tronco d'alveo

3.1.1 Morfologia di fondo e classificazione

| Tipologia d'alveo | lunghezza |
|--------------------------|------------------|
| Alluvionato largo | 2.2 |
| Alluvionato stretto | 2.5 |
| Piazza di deposito | 1.5 |
| Alluvionato stretto | 13 |
| Alluvionato largo | 2 |
| Alluvionato stretto | 0.8 |
| Inciso | 0.8 |
| Alluvionato stretto | 1 |
| Alluvionato largo | 2.9 |
| Frana | 1.2 |
| Alluvionato stretto | 6.8 |
| Alluvionato largo | 1.2 |
| Alluvionato stretto | 2.2 |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo = 30

Coefficiente di scabrezza k in golena e sulle aree inondabili = 20

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|--|
| 1 | 0 | 4.17 | Valle briglia |
| 2 | 1 | 4.17 | Monte briglia |
| 3 | 74 | 4.17 | |
| 4 | 226 | 4.17 | |
| 5 | 231 | 4.17 | Ponte FF.SS dismesso |
| 6 | 236 | 4.17 | |
| 7 | 256 | 4.17 | |
| 8 | 261 | 4.17 | Ponte FF.SS. |
| 9 | 266 | 4.17 | |
| 10 | 638 | 4.17 | |
| 11 | 643 | 4.17 | Viadotto collegamento strada industriale |
| 12 | 648 | 4.17 | |
| 13 | 760 | 4.17 | |
| 14 | 894 | 4.17 | |
| 15 | 1.694 | 4.17 | Confluenza con il fosso Fognarolo |
| 16 | 1.760 | 4.17 | |
| 17 | 2.560 | 4.22 | |
| 18 | 3.361 | 4.22 | |
| 19 | 3.984 | 4.22 | |
| 20 | 4.803 | 4.22 | |
| 21 | 5.621 | 4.22 | |
| 22 | 6.423 | 4.22 | |
| 23 | 7.628 | 4.22 | |
| 24 | 8.289 | 4.22 | Valle Salice |
| 25 | 8.951 | 4.22/4.23 | |
| 26 | 9.612 | 4.23 | |
| 27 | 10.650 | 4.23 | Isca Rotonda |
| 28 | 11.311 | 4.23 | |
| 29 | 12.237 | 4.23 | Isca |
| 30 | 13.584 | 4.23 | Vallone S.Michele |
| 31 | 14.174 | 4.23 | |
| 32 | 15.340 | 4.23 | |
| 33 | 16.152 | 4.24 | |
| 34 | 16.743 | 4.24 | |
| 35 | 17.455 | 4.24 | Ponte stradale |
| 36 | 18.278 | 4.24 | Confluenza con il F. Tammarecchia |
| 37 | 18.847 | 4.24 | |
| 38 | 19.897 | 4.24 | |
| 39 | 20.764 | 4.24 | Precchiella |
| 40 | 21.587 | 4.25 | |
| 41 | 22.981 | 4.25 | |
| 42 | 24.483 | 4.25 | |

| Sez. n° | Progressiva | Tavola n° | Note |
|---------|-------------|-----------|----------------|
| 43 | 26.749 | 4.25 | Pietrarelle |
| 44 | 28.854 | 4.25 | Ponte stradale |
| 45 | 29.906 | 4.25 | |
| 46 | 30.959 | 4.26 | Ponte stradale |
| 47 | 32.041 | 4.26 | |
| 48 | 33.470 | 4.26 | Ponte stradale |
| 49 | 34.888 | 4.27 | |
| 50 | 36.065 | 4.27 | |
| 51 | 37.800 | 4.27 | Campolattaro |

4.4.4.20. T. Rava - T. S.Bartolomeo dall'attraversamento SS 85 Venafro Isernia alla confluenza con il Volturno.

1. Caratteristiche del bacino a monte

1.1 Caratteristiche geomorfologiche

Superficie del bacino = 140,48 km²

Lunghezza dell'asta principale = 13 km

2. Caratteristiche climatiche e idrologiche

2.1 Legge di probabilità pluviometrica areale sul bacino

$I_0 = 87.90$ mm/ora

$d_c = 0.2205$ ore

$\beta = 0.676$

2.2 Piena media annua

2.2.1 Parametri del modello geomorfoclimatico

Area non carbonatica = 23.08 km²

Area permeabile senza bosco = 27.34 km²

Area molto permeabile con bosco = 72.55 km²

Area con rete di canali e colatori = 17.51 km²

Coefficiente di deflusso $c_f = 0.29$

Tempo di ritardo $t_r = 3.3$ ore

$m(Q) = 23$ mc/s

2.3 Portate di piena di assegnato periodo di ritorno

| m(Q) | Q₂ | Q₅ | Q₁₀ | Q₃₀ | Q₅₀ | Q₁₀₀ | Q₃₀₀ | Q₁₀₀₀ |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 45 | 67 | 85 | 163 | 216 | 290 | 408 | |

3.2 Granulometrie

3.2.1 Valutazione del parametro di scabrezza k di Strickler

Coefficiente di scabrezza k in alveo, in golena e sulle aree inondabili = 40

4. Sezioni considerate nei calcoli idraulici

Nella tabella che segue sono evidenziati i punti di stato critico in corrispondenza della piena centennale

| Sez. n° | Progressiva | Tav. n° | Note |
|----------------|--------------------|----------------|-----------------------------|
| 86 | 0 | 4.41 | Ponte SS 85 |
| 85 | 15 | 4.41 | |
| 84 | 71 | 4.41 | |
| 83 | 176 | 4.41 | |
| 82 | 186 | 4.41 | |
| 81 | 196 | 4.41 | Scaricatore di piena |
| 80 | 452 | 4.41 | |
| 79 | 462 | 4.41 | |
| 78 | 463 | 4.41 | |
| 77 | 470 | 4.41 | |
| 76 | 479 | 4.41 | |
| 75 | 723 | 4.41 | |
| 74 | 733 | 4.41 | |
| 73 | 743 | 4.41 | |
| 72 | 1015 | 4.41 | |
| 71 | 1025 | 4.41 | |
| 70 | 1057 | 4.41 | |
| 69 | 1059 | 4.41 | |
| 68 | 1068 | 4.41 | |
| 67 | 1408 | 4.41 | |
| 66 | 1419 | 4.41 | |
| 65 | 1523 | 4.41 | |
| 64 | 1524 | 4.41 | |
| 63 | 1529 | 4.41 | |
| 62 | 1538 | 4.41 | |
| 61 | 1815 | 4.41 | |
| 60 | 2147 | 4.41 | |
| 59 | 2157 | 4.41 | |
| 58 | 2167 | 4.41 | |

Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno

| Sez. n° | Progressiva | Tav. n° | Note |
|---------|-------------|---------|--|
| 57 | 2692 | 4.41 | |
| 56 | 2702 | 4.41 | |
| 55 | 2717 | 4.41 | |
| 54 | 2725 | 4.41 | |
| 53 | 2975 | 4.41 | |
| 52 | 2985 | 4.41 | |
| 51 | 3000 | 4.41 | |
| 50 | 3520 | 4.41 | |
| 49 | 3630 | 4.41 | Immissione del T. Rava nel S. Bartolomeo |
| 48 | 3640 | 4.41 | |
| 47 | 3740 | 4.41 | |
| 46 | 4717 | 4.42 | |
| 45 | 4727 | 4.41 | |
| 44 | 4850 | 4.41 | |
| 43 | 4851 | 4.41 | Sez. a valle ponte S. Bartolomeo |
| 42 | 4860 | 4.41 | |
| 41 | 5495 | 4.41 | |
| 40 | 5505 | 4.41 | |
| 39 | 5515 | 4.41 | |
| 38 | 5932 | 4.41 | |
| 37 | 7540 | 4.41 | |
| 36 | 7549 | 4.41 | |
| 35 | 7603 | 4.41 | |
| 34 | 7604 | 4.41 | |
| 33 | 7614 | 4.41 | |
| 32 | 8033 | 4.41 | |
| 31 | 8043 | 4.41 | |
| 30 | 8059 | 4.41 | |
| 29 | 8420 | 4.41 | |
| 28 | 9094 | 4.41 | Confluenza colatore Isola |
| 27 | 9104 | 4.41 | |
| 26 | 9110 | 4.41 | |
| 25 | 9933 | 4.41 | |
| 24 | 9942 | 4.41 | |
| 23 | 9952 | 4.41 | |
| 22 | 10348 | 4.41 | |
| 21 | 10358 | 4.41 | |
| 20 | 10368 | 4.41 | |
| 19 | 10511 | 4.41 | |
| 18 | 10685 | 4.41 | |
| 17 | 10695 | 4.41 | |
| 16 | 10705 | 4.41 | |
| 15 | 11244 | 4.41 | |
| 14 | 11254 | 4.41 | |
| 13 | 11266 | 4.41 | |
| 12 | 11267 | 4.41 | |

| Sez. n° | Progressiva | Tav. n° | Note |
|---------|-------------|---------|---------------------|
| 11 | 11277 | 4.41 | |
| 10 | 11285 | 4.41 | |
| 9 | 11630 | 4.41 | |
| 8 | 11642 | 4.41 | |
| 7 | 11643 | 4.41 | |
| 6 | 11652 | 4.41 | |
| 5 | 11660 | 4.41 | |
| 4 | 11870 | 4.41 | |
| 3 | 11886 | 4.41 | |
| 2 | 12000 | 4.41 | |
| 1 | 12156 | 4.41 | Confluenza Volturno |

4.5. INDICATORI.

L'applicazione del modello idraulico di simulazione dei profili di pelo libero per diversi periodi di ritorno consente, oltre a delimitare le aree inondabili, di evidenziare delle caratteristiche importanti dei tronchi d'alveo.

In primo luogo, si possono caratterizzare i tronchi d'alveo in base alla velocità della corrente. Nel caso di correnti ipercritiche, alla mappatura consegue la necessità di evidenziare pericoli di erosione rispetto sia alle sponde sia alle opere presenti lungo il tratto. In particolare, i tronchi d'alveo potranno essere caratterizzati in base al pericolo di erosione in funzione del valore assunto dal numero di Froude. Per i tronchi d'alveo con corrente veloce ad alto numero di Froude, si raccomanda una intensificazione delle attività di prevenzione e controllo da parte del servizio di vigilanza idraulica e una particolare attenzione alla manutenzione delle opere.

Nel caso di correnti lente ritardate, la diminuzione di velocità che avviene tra due sezioni successive è un indicatore del pericolo di deposito o di sovralluvionamento, e quindi si dovrà verificare la necessità di un sovrizzo degli argini.

Inoltre, nel caso di opere di attraversamento con forte pericolo di ostruzione e danni potenziali elevati nel caso di esondazione a monte, si raccomanda la eventuale ricostruzione dell'opera stessa.

In secondo luogo, è di grande importanza la tutela delle fasce fluviali a valle attraverso la salvaguardia degli effetti di laminazione delle aree inondabili nei tronchi d'alveo a monte.

Tali aree dovranno essere caratterizzate dalla relazione tra il volume invasato e la portata uscente. In un primo approccio speditivo potrà essere effettuato il confronto dei sistemi di laminazione con i deflussi di piena e i volumi sfiorati per tracimazione.

In sostanza, occorre trovare un punto di mediazione (approccio globale di piano) ragionevole fra l'aumento della sicurezza locale e l'aggravamento del pericolo di esondazione a valle.

4.6. INDIVIDUAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEGLI SQUILIBRI.

4.6.1. Descrizione.

Effettuata la mappatura delle aree inondabili per i diversi periodi di ritorno, sono state riportate le destinazioni, gli usi territoriali all'interno delle aree a rischio di esondazione.

Dallo studio svolto dal CIRAM è stato possibile ricavare i seguenti dati significativi al fine dell'individuazione successiva delle zone di equilibrio:

- 1) individuazione dei centri abitati con distinzione per rango e per carattere funzionale (poli urbani, sub poli, poli locali,) e per popolazione, frazioni, nuclei rurali, parti di tessuti edificati, cresciuti lungo assi stradali.
- 2) individuazione delle infrastrutture (autostrade, strade statali e o provinciali, ferrovie, acquedotti, metanodotti, elettrodotti).
- 3) l'individuazione degli insediamenti industriali e/o grandi impianti tecnologici, e delle eventuali discariche.
- 4) individuazione di cave
- 5) individuazione di centrali elettriche
- 6) aree archeologiche e monumenti isolati di particolare importanza.

La classificazione dello squilibrio tiene conto del fattore di rischio dell'evento alluvionale, delle trasformazioni del territorio di natura antropica che a volte aumentano la pericolosità dell'evento stesso, e infine del danno che gli elementi di valore subiscono e del loro grado di protezione.

In particolare le aree inondabili sono state classificate secondo tipologie omogenee in funzione dalla presenza di elementi considerati di valore quali: presenza di abitanti residenti (valutata in rapporto al loro numero); presenza di edifici (valutata in rapporto al loro numero e tipologia); sedi pubbliche con presenza costante di utenti; infrastrutture stradali e ferroviarie; beni di rilevanza storico-architettonico-ambientale; impianti industriali; attività agricole e produttive; zone naturali protette e non.

Tali aree sono state classificate in quattro categorie:

- Aree in cui vi é la copresenza di più elementi di valore: **Centri e nuclei urbani** intesi come zone urbanizzate ed edificate con continuità, con un numero di abitanti superiore a 100, con presenza di industrie ed impianti tecnologici o infrastrutture importanti;
- Aree in cui vi é una copresenza di alcuni elementi di valore: **Aree limitrofe ai centri abitati** intese come zone sulle quali insistono importanti infrastrutture (viarie, ferroviarie, per il trasporto di energia e di informazioni), e/o abitazioni isolate e/o zone con industrie;
- **Aree ad uso agricolo** intese come zone nelle quali insistono attività agricole diffuse e/o case sparse;
- **Aree libere da edificazione**, intese come zone ad uso agricolo compatibile, zone incolte e zone con vegetazione naturale.

Le **condizioni standard di sicurezza accettabile** corrispondono alla presenza nella Fascia A di **Aree libere da edificazione**; alla presenza nella Fascia B1 anche di **Aree ad uso agricolo**; alla presenza nella fascia B2 anche di **Aree limitrofe ai centri abitati**; alla presenza nella fascia B3 anche di **Centri e nuclei urbani**.

Le condizioni di squilibrio sono state valutate in base al danno che scaturisce dalla quantificazione della possibile perdita di vite umane, dalla compromissione del sistema fisico e dalla distruzione delle attività produttive, del patrimonio storico-architettonico, del paesaggio naturale con un bilancio socio-economico ed ambientale negativo. Partendo dalle condizioni accettabili di rischio (condizioni standard - sopra descritte) le aree sono state classificate secondo tre livelli di squilibrio: squilibrio moderato, grave e gravissimo, in funzione sia del fattore di pericolo intrinseco dell'evento naturale che in relazione all'uso attuale del territorio e quindi alla presenza degli elementi di valore.

Costituiscono situazioni di **squilibrio moderato** quelle caratterizzate dalla presenza di *centri e nuclei urbani* nella Fascia B2, di *aree limitrofe ai centri urbani* nella Fascia B1, di *aree ad uso agricolo non compatibile* nella Fascia A.

Costituiscono situazioni di **squilibrio grave** quelle caratterizzate dalla presenza di *centri e nuclei urbani* nella Fascia B1 e di *aree limitrofe ai centri urbani* nella Fascia A.

Costituiscono situazioni di **squilibrio gravissimo** quelle caratterizzate dalla presenza di *centri e nuclei urbani* nella Fascia A.

La presenza di beni culturali importanti fa scattare di un grado il livello dello squilibrio.

4.6.2. Squilibri individuati.

Gli squilibri individuati sono stati riportati sulla cartografia delle fasce fluviali allegata al PSDA (Tavole da 4.1 a 4.43).

L'elenco degli squilibri viene riportato alla fine del paragrafo mediante l'utilizzo di apposite schede compilate per comune.

In particolare per l'alto Volturno, dalla confluenza con il F. Cavaliere alla confluenza con il T. S. Bartolomeo, è stata predisposta una doppia cartografia riportante una, l'individuazione degli squilibri nella condizione attuale (solo vasca di Ripaspaccata), l'altra, nella condizione futura (vasca di Ripaspaccata e vasca di Fossatella).

Con riferimento, invece, allo scenario futuro sul tratto T. Rava – T. S. Bartolomeo, relativo alla realizzazione dello scolmatore di piena T. Rava – F. Volturno, la quantificazione degli eventuali squilibri verrà effettuata in sede di predisposizione della variante di piano.

Di seguito viene riportata una descrizione generale delle caratteristiche dei corsi d'acqua con l'indicazione delle situazioni di interesse per il presente Piano.

4.6.2.1. Fiume Volturno.

Il corso del F. Volturno, inizia con un tratto a notevole pendenza, da Rocchetta al Volturno e, ricevuti in sinistra il Vandra ed il Cavaliere, prosegue in direzione Sud con pendenze via via più basse fino alla confluenza con il Sava.

A monte della confluenza con il Cavaliere è stata realizzata la vasca di laminazione di Ripaspaccata, gestita dal Consorzio di Bonifica della piana di Venafrò, che sottende una superficie di circa 222 Km².

A valle della confluenza il bacino sotteso diventa 602.72 Km².

Sul Cavaliere, in località Fossatella poco a monte della confluenza con il Volturno, è prevista la realizzazione di una ulteriore vasca di laminazione.

Ricevuto il Cavaliere, il fiume prosegue in direzione Sud divagando nella piana a monte del ponte della Ferrovia. Lungo il percorso riceve in sinistra il T. Lirio e attraversa terreni intensamente coltivati e dotati di rete irrigua.

Lasciato il ponte ferroviario, il Volturno piega a Sud - Ovest imboccando prima il vecchio Ponte a 25 Archi e immediatamente a valle di questo il Viadotto della S.S. Venafrana. A valle dei due attraversamenti si apre la piana di Venafrò che, limitata in sinistra da due promontori, Monte Gallo e Colle Torcino, risulta intensamente coltivata e

servita da una efficiente rete irrigua. Sono presenti, inoltre, sia insediamenti produttivi sia nuclei urbani. Il fiume scorre nella piana in direzione Sud-Ovest dove, dopo la confluenza con la Rava di Roccaravindola, in destra, e la Rava delle Copelle, in sinistra, divaga in un ampio alveo formando meandri e rami morti lungo i quali si è sviluppata una folta vegetazione ripariale. In particolare, in località Le Mortine su entrambe le rive in prossimità della Piana di Capriati, racchiusa tra i due promontori, il tratto presenta caratteristiche ad alto pregio ambientale.

Proseguendo sempre nella stessa direzione, il Volturno riceve il F. Sava che costeggia il Colle Torcino.

Immediatamente a valle della confluenza con il Sava, è ubicata la Traversa di Colle Torcino, gestita dall'ENEL, la cui capacità di invaso è di circa 400.000 mc.

A valle della traversa il fiume si ramifica su un letto ghiaioso tanto che nel passato ha ospitato impianti di estrazioni di inerti. Proseguendo in direzione Sud, attraversa il Ponte del Re e divaga in un ampio alveo lasciando in sponda sinistra Sesto Campano dove, a circa 2 km dall'abitato, confluisce il Rio San Bartolomeo.

Su entrambe le rive, dopo la piana di Venafrò, si incontrano attività agricole con colture intensive su terreni dotati di rete irrigua.

Divagando nella piana di Presenzano e dopo aver ricevuto in destra il Rio del cattivo Tempo, raggiunge il ponte per Vairano.

Prosegue poi a Nord Est con un alveo tormentato dalle divagazioni prodotte dalle piene del Lete che confluisce in sinistra.

A valle della confluenza con il Lete il Volturno piega a Sud Est sino a giungere alla traversa di Ailano gestita dal Consorzio di Bonifica Sannio Alifano.

A valle della traversa il fiume scorre lento nella stessa direzione, attraversa un tratto ristretto per proseguire, dopo il ponte di Raviscanina, con ampi curvoni e qualche meandro, nel ripiano alluvionale che si allarga su entrambe le rive del fiume.

Prosegue sinuoso nella piana con l'alveo poco al di sotto del piano campagna e per lunghi tratti nascosto dalla folta vegetazione formatasi sulle sponde.

Ricevuto in destra il Rio delle Starze, supera il ripiano alluvionale e prosegue verso il Ponte Margherita.

Sui terreni attraversati si sviluppa un'intensa attività agricola con allevamenti di bestiame. I centri abitati sono insediati ai lati della valle sui crinali.

Circa tre Km a monte del P.te Margherita, in un tratto con varici e rami morti, confluiscono in sinistra il fosso Fusaro, il fosso Campo dei Monaci ed il fosso Torano, quest'ultimo proveniente dalle sorgenti omonime.

Proseguendo nella stessa direzione, circa 1.5 Km a valle del Ponte Margherita, confluisce in sinistra il canale Torano, proveniente da Piedimonte d'Alife, dove raccoglie gli scarichi delle centrali idroelettriche del Matese.

Circa 1 Km a valle della confluenza del canale Torano, il Volturno forma ampie curve, divaga creando meandri, passa nella zona della Scafa Nuova, prosegue verso Sud-Est dove, per la presenza di due promontori, Colle Compostelle e Colle Composto, compie in un breve tratto due ampi curvoni aventi uno sviluppo di 5-6 Km.

Uscito dalla stretta valle compresa tra i due promontori il Volturno riprende il suo corso su un ripiano alluvionale e dopo il ponte per S. Domenico Ruviano, riceve in sinistra l'Advento. Con una curva destrorsa si porta in direzione Sud ed in sinistra riceve il T. Titerno.

A valle della confluenza con il Titerno il Volturno prosegue verso la confluenza con il Calore Irpino, in questo percorso passa sotto il ponte della S.S. 87 in corrispondenza dell'abitato di Amorosi. Da monte del ponte di Amorosi fino alla confluenza con il Calore, per circa 2 Km, sono stati eseguiti lavori di sistemazione delle sponde con pietrame sciolto al fine di evitare allagamenti delle campagne circostanti.

Al ponte di Amorosi è installata la stazione idrometrografica del Servizio Idrografico di Napoli. Durante l'evento di piena del dicembre 1968 è stata registrata (19.12.68) l'altezza massima pari a 5.12 m, corrispondente alla portata di piena di 1460 mc/s.

La zona di confluenza Volturno-Calore Irpino è stata completamente sistemata a metà degli anni 80 con nuove arginature in pietrame sciolto, così da eliminare le divagazioni che i due fiumi avevano creato nella piana alluvionale.

Ricevuto il Calore I., il Volturno prosegue verso la piana di Limatola (BN) dopo aver attraversato la piccola valle di Castelcampagnano e lambendo in destra le colline di Squille.

Al ponte di Limatola è installata la stazione teleidrometrica gestita dal Provveditorato alle OO.PP. per la Campania per il servizio di piena. Durante l'evento del 1968, il 20 dicembre è stata registrata un'altezza di 9.40m corrispondente ad una portata di 3250 mc/s, il fiume ha straripato in più punti causando allagamenti delle campagne circostanti e principalmente in sinistra nel territorio di Limatola.

Proseguendo in direzione Ovest il fiume, imboccato il ponte della Scafa di Caiazzo, defluisce nel bacino della traversa di P.te Annibale. Lo sbarramento è ad uso elettro-irriguo con un invaso di circa 10 milioni di mc che si estende a monte per una lunghezza di circa 7 Km. Circa 500 m a valle della traversa si trova il ponte Annibale che collega gli abitati di Triflisco e di S. Angelo in Formis. In questa zona e per un tratto di circa 1 Km la valle si restringe sensibilmente e l'alveo si abbassa notevolmente rispetto al piano campagna per riprendere il suo corso sinuoso e lento nella piana che si apre prima dell'abitato di Capua.

Sulla sponda sinistra del ponte Annibale è ubicata la stazione idrometrografica installata nel 1867, gestita dal Servizio Idrografico di Napoli e attualmente dismessa. Le massime portate al colmo registrate sono riferite al giorno 2.10.49 (3200 mc/s) ed all'evento del dicembre 1968 (3060 mc/s).

A Capua, in riva sinistra a monte del ponte vecchio, è ubicata una stazione per la sola registrazione dei livelli finalizzata al servizio di piena. A Capua il bacino imbrifero ha una superficie di 5555 Km², superiore di soli 13 Km² rispetto alla chiusura di P.te Annibale; pertanto, le portate a Capua rimangono invariate rispetto a quelle registrate a P.te Annibale.

Lungo tutto il tratto descritto si verificano allagamenti e per un'estensione di circa 1000 - 1200 m, con tiranti ovunque superiori ad un metro. Sono inclusi nelle zone di esondazione, oltre ad alcune frazioni abitate di Limatola, prevalentemente aree agricole con case sparse e l'insediamento produttivo della Fagianeria.

Nonostante la piccola accelerazione prodotta dalle soglie dei ponti di Capua, il fiume prosegue sempre lento a valle del ponte della ferrovia dal quale hanno origine i rilevati arginali che si sviluppano fino alla foce.

A valle di Capua il Volturno divaga nella piana arginata e giunge a Grazzanise con una successione di meandri.

Circa 600 m a monte del ponte di Grazzanise, in sinistra fiume, è prevista la realizzazione dell'imbocco dello scolmatore di piena Fiumarella dal Volturno ai Regi Lagni.

Il fiume, pensile e con sezioni regolari, scorre tra gli argini attraversando terreni agricoli con colture intensive e dotati di rete irrigua; raggiunge, quindi, l'abitato di Cancellò e Arnone dove, sul ponte omonimo, è installata la stazione idrometrografica più valliva del servizio Idrografico di Napoli. La massima altezza idrometrica registrata risale al giorno 11.12.1960 e pari a 7.40 m. Durante l'evento del dicembre 1968 sono state registrate altezze idrometriche inferiori a seguito delle rotte arginali verificatesi tra Grazzanise e Cancellò Arnone.

L'esondazioni che si verificarono hanno interessato le piane a sinistra del fiume per una superficie di circa 17000 ettari.

A valle di Cannello Arnone, il fiume forma delle anse a doppio cappio, il Caricchiano, lungo le quali sono in corso di esecuzione le opere per la realizzazione di un drizzagno.

Lasciato il Caricchiano, il Volturno prosegue con un ampio alveo verso il mare attraversando, in prossimità della foce, insediamenti urbani del comune di Castel Volturno ad altissima densità abitativa e ubicati in area golenale.

Nel suo tratto vallivo il Volturno è un corso d'acqua ad alto rischio idraulico. Ciò è dovuto sia alla presenza di centri abitati, ai nuclei urbani, alle attività agricole e produttive, sia alla presenza di argini da Capua a mare, realizzati nella prima metà del secolo e che oggi risultano inadeguati a proteggere ampie aree ed insediamenti qualora si verificassero eventi di piena straordinari.

Gli interventi previsti e in parte realizzati per la difesa dalle piene, consistono in : uno scolmatore di piena a monte dell'abitato di Castelvoturno; nel drizzagno del Caricchiano a valle di Cannello Arnone; in sovralti arginali; nella scolmatore di piena Fiumarella a monte di Grazzanise; nella vasca di espansione di Castecampagnano immediatamente a valle della confluenza con il Calore L..

Di tali interventi risultano già eseguiti stralci funzionali con esclusione della Vasca di espansione di Castelvoturno. che non è stata inserita nel programma triennale allegato al PSDA in quanto oggetto di ulteriori verifiche ed approfondimenti (per maggiori dettagli si rimanda al Programma di Interventi).

Pertanto, ai fini dell'individuazione degli squilibri, sono stati considerati i seguenti scenari :

- Situazione attuale (Drizzagno del Caricchiano – completato ma non in funzione - e Scolmatore Focella parzialmente realizzato);
- Situazione futura (Completamento dello scolmatore Focella, Realizzazione dello scolmatore Fiumarella, Realizzazione dei sovralti arginali).

Gli effetti del completamento degli interventi previsti non si risentono a monte di Capua; pertanto, per il tratto dalla confluenza a Capua non vi è differenza tra i diversi scenari ipotizzati.

Situazione attuale:

La portata centennale, in qualche punto defluisce con piccolissimi franchi rispetto alle quote dei cigli arginali o con altezze d'acqua appena superiori alle stesse. Ciò avviene in maniera più evidente lungo il tratto iniziale di arginatura immediatamente a valle di Capua e lungo il tratto compreso tra Grazzanise e Cannello Arnone. Si impone, pertanto, una doppia ipotesi : tenuta degli argini o rottura di questi.

In caso di tenuta degli argini la portata centennale attraverserà le anse di Cannello Arnone. Lo stato attuale del Caricchiano è tale da apportare solo parzialmente i benefici voluti con rispetto alla riduzione dei tiranti idrici a Cannello Arnone. Qui, infatti, i livelli idrici si mantengono al di sotto dei cigli arginali, ma con franchi modesti che non garantiscono una sicurezza adeguata. Inoltre, non viene garantita sicurezza rispetto alla tenuta del ramo attivo al passaggio delle portate di piena.

Lo scolmatore Focella, allo stato attuale, funziona convogliando portate inferiori a quelle previste e la piana golenale situata tra lo scolmatore ed il Volturno, densamente urbanizzata, viene interamente allagata.

In caso di tracimazione o rottura degli argini, si è ipotizzato la rottura nel tratto che presenta franchi minori e più precisamente sono state considerate quattro possibili zone di rottura. Due riguardano l'argine destro e due quello sinistro, in due zone diverse, la prima immediatamente a valle di Capua, la seconda immediatamente a valle di Grazzanise. Si è simulata quindi, la propagazione dell'onda di piena in uscita dalla breccia lungo l'ampia pianura esterna agli argini limitata in sinistra Volturno dai Regi Lagni ed in destra dall'Agnena. La portata che defluisce in fiume a valle della breccia, notevolmente ridotta, non arrecherebbe alcun problema fino allo sbocco a mare.

Situazione futura.

Il completamento dello scolmatore Focella e la realizzazione del piccolo argine lungo la sponda destra del fiume nel tratto dal ponte della Domitiana al mare impedirebbero l'inondazione dell'area golenale in destra fiume, attualmente occupata da un vasto insediamento abitativo.

La realizzazione dello scolmatore Fiumarella, che ridurrebbe la portata e l'innalzamento dei cigli arginali lungo il tratto tra Capua e Cannello Arnone, garantirebbero quindi il raggiungimento dei necessari franchi di sicurezza.

4.6.2.2. Fiume Calore Irpino dal Ponte della SS 90 bis alla confluenza con il Fiume Volturno.

Il bacino del Calore Irpino ha una superficie di 3057.60 Km², affluente di sinistra del Volturno, riceve i primi contributi sorgentizi dal Monte Accellica e dalle Croci d'Acerno, montagne di calcare cretaceo che formano un displuvio con il F. Sabato il quale scorre parallelo nella valle accanto e confluisce in sinistra nel F. Calore nei pressi di Benevento.

Circa 7 Km a monte di Benevento in prossimità di Paduli, il fiume Calore riceve il Tammaro e sottende un bacino imbrifero, a monte della confluenza, pari a 1316.33 km².

Il Tammaro alla confluenza contribuisce con un bacino di 673 Km².

Ricevuto il Tammaro, il fiume prosegue in direzione Nord - Ovest verso Benevento attraversando la Piana di Ponte Valentino e lambendo in destra la linea ferroviaria.

Lungo il percorso riceve i contributi di numerosi valloni e fossi che confluiscono in destra. Nella città di Benevento scorre con argini in frodo attraversando il ponte stradale e per due volte la ferrovia.

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

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

Poco a valle di Castelpoto confluisce il F. Ienca.

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

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

A valle di Ponte la piana si allarga su un vasto ripiano alluvionale con terreni agricoli coltivati soprattutto a vigneto ed il fiume divagando da destra a sinistra raggiunge il P.te S. Cristina a Solopaca. A valle del ponte è installata la stazione idrometrografica del Servizio Idrografico di Napoli presso la quale durante l'evento del 1968 è stata registrata la portata di 2440 mc/s (19.12.68).

Proseguendo verso Ovest il fiume si porta a Sud dell'abitato di Telese dove vi confluisce il T. Grassano proveniente dalle omonime sorgenti.

Ricevuto il Grassano, il fiume defluisce verso Sud-Ovest e, attraversato il ponte Torello nel comune di Mellizzano, confluisce nel Volturno. Lungo quest'ultimo tratto sono stati eseguiti lavori di sistemazione spondale.

4.6.2.3. Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza con il Calore

Il F. Sabato alla confluenza con il Calore sottende una superficie pari 459 Km².

Il tratto in esame inizia a valle della Stazione di Altavilla Irpina e prosegue in direzione Nord seguendo il tracciato ferroviario per Benevento che viene attraversato in più punti. Lungo il percorso, il Sabato scorre sinuoso con sezioni incassate e riceve i contributi di numerosi valloni e fossi sia in destra che in sinistra.

4.6.2.4. Tammaro da Campolattaro alla confluenza con il Calore

Il F. Tammaro alla confluenza con il Calore sottende una superficie di 673 Km².

Il tratto in esame inizia circa 1,5 Km a valle del P.te Ligustino nel comune di Campolattaro e prosegue in direzione Sud-Est per un breve tratto per poi ripiegare in direzione Nord-Est fino alla confluenza con il T. Tammarecchia.. A valle del Tammarecchia (122 Km²) riprende il suo corso verso Sud - Est fino al T. Reinello. Da qui variando più volte da Sud-Est a Nord-Est, raggiunge il ponte stradale per S. Giorgio La Molara da dove prosegue verso Sud fino a Paduli.

Lasciato Paduli in destra fiume, il Tammaro prosegue con direzione Sud-Est verso il Calore nel quale confluisce dopo aver attraversato il ponte ferroviario di Paduli.

4.6.2.5. T. Rava - T. S.Bartolomeo dall'attraversamento SS 85 Venafrò Isernia alla confluenza con il Volturno.

Il T. Rava - S. Bartolomeo sottende alla sezione terminale un bacino di circa 140 Km². Il tratto in esame, di lunghezza pari a 13 Km, inizia in corrispondenza del ponte della SS 85 al Km 21,900 nel comune di Venafrò. Subito a valle di tale attraversamento, il Rava piega bruscamente verso Sud-Ovest allineandosi alla linea ferroviaria con andamento pressoché rettilineo fino a raggiungere il limite sud dell'abitato di Venafrò. Quindi ripiega in direzione Sud, attraversando la piana di Venafrò; dopo aver attraversato nuovamente la linea ferroviaria, confluisce nel Rio S. Bartolomeo. Questi continua il proprio corso verso Sud formando ampi meandri fino al limite della piana di Venafrò dove segue la SS 85 fino a confluire nel Volturno nel comune di Sesto Campano. L'alveo del Rava - S. Bartolomeo è un alveo totalmente artificiale a seguito della bonifica idraulica della piana di Venafrò realizzata a partire dagli anni 30.

La quantificazione degli squilibri è stata predisposta con riferimento alla situazione attuale, cioè in assenza di scolmatore di piena T.Rava-Volturno. In fase di predisposizione di variante, verranno mappati anche gli squilibri residui derivanti dalla realizzazione di tale opera.

5. PIANO DEGLI INTERVENTI.

5.1. INTERVENTI STRUTTURALI PROPOSTI.

5.1.1. *Requisiti.*

Sulla base dei criteri di programmazione, gli Enti territoriali presenteranno proposte di interventi finalizzati al mantenimento od al ripristino degli equilibri, al superamento delle situazioni di degrado riferite alle situazioni critiche individuate dal PSDA.

Ciascuna soluzione deve essere proposta attraverso una progettazione di fattibilità, con la presentazione di elaborati che forniscano un quadro descrittivo - informativo in grado di consentire analisi e valutazioni in merito a quanto sopra riportato e con particolare riferimento a quanto disposto al punto 7 del DPCM 23 marzo 1990 (Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della L. 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo).

Gli elaborati da fornire sono di seguito elencati:

- un testo sintetico con la giustificazione del progetto, la descrizione dei risultati che con esso si intende raggiungere e le eventuali interconnessioni con i progetti riguardanti altre aree critiche;
- una cartografia in scala non superiore a 1:25.000, con la localizzazione delle opere e degli interventi proposti;
- una scheda con l'indicazione delle caratteristiche dell'intervento; il grado di dettaglio nella descrizione dell'opera deve essere sufficiente per una ragionata stima dei costi;
- l'analisi costi - benefici delle soluzioni esaminate.

Qualora siano individuabili più soluzioni progettuali per la soluzione degli squilibri, è consigliabile che esse siano separatamente presentate: la conclusiva analisi costi - benefici sarà utile al fine di valutare l'efficacia e la funzionalità della soluzione prescelta.

La progettazione deve assumere quali obiettivi primari la conservazione delle caratteristiche di naturalità dell'alveo fluviale ed il rispetto delle aree di naturale espansione.

Nel momento della progettazione esecutiva il dimensionamento delle opere di difesa idraulica andrà definito in funzione:

- 1) degli elementi idrologici del corso d'acqua in termini di portate di piena di progetto ed eventualmente di altre portate caratteristiche, nel caso di opere di regimazione;
- 2) delle valutazioni sull'assetto morfologico dell'alveo e della relativa tendenza evolutiva (erosioni di sponda e di fondo, depositi, caratteristiche tipologiche dell'alveo);
- 3) delle valutazioni sulle componenti naturali proprie del corso d'acqua e sulle relative esigenze di protezione, ripristino, conservazione;
- 4) delle caratteristiche idrauliche della corrente in relazione alle portate di dimensionamento delle opere (velocità di corrente, altezza idrica, resistenza dell'alveo);
- 5) della dinamica del trasporto solido e delle relative fonti di alimentazione, per tutti gli aspetti interferenti con il buon funzionamento delle opere in progetto;
- 6) degli effetti indotti dalle opere in progetto sul comportamento del corso d'acqua per i tratti di monte e di valle;
- 7) delle condizioni d'uso a cui destinare le pertinenze demaniali in rapporto alla situazione in atto.

Deve costituire parte integrante del progetto la definizione delle esigenze di manutenzione delle opere da realizzare, corredata dalla stima dei costi connessi.

Oltre alla documentazione progettuale di rito, dovranno essere predisposte:

- la documentazione attestante le finalità da conseguire attraverso l'intervento proposto e le conseguenti modalità esecutive prescelte;
- la relazione geologica, geomorfologica finalizzata all'individuazione, per il tratto d'asta d'influenza, del grado di stabilità attuale dell'alveo e delle sponde, di eventuali dissesti in atto e potenziali e delle probabili tendenze evolutive degli stessi anche in connessione con la stabilità dei versanti; la relazione dovrà contenere una valutazione degli effetti che l'intervento produce sulle condizioni di stabilità attuali per un significativo tratto del corso d'acqua, sia a monte che a valle dell'intervento;
- la relazione idrologica ed idraulica finalizzata all'individuazione, per il tratto d'asta di influenza, dei parametri idraulici ed idrologici in relazione sia allo stato di fatto

che alle previsioni di progetto; infine, dovranno essere evidenziati gli effetti che l'intervento produce sulla dinamica fluviale;

- ove significativa, una relazione che illustri la vegetazione presente nella zona d'intervento e nel territorio circostante con relativa carta tematica; verranno quindi valutati gli effetti che l'intervento produce sull'assetto vegetazionale preesistente;
- qualora nelle zone oggetto di intervento siano presenti opere d'arte o manufatti, dovranno essere allegate sezioni eseguite in corrispondenza di dette strutture, di cui dovranno essere riportate dimensioni e caratteristiche.

5.1.2. Definizione delle priorità.

Le scelte operative riguardo la pianificazione degli interventi strutturali non possono prescindere da:

- la certezza della copertura finanziaria degli interventi programmati, anche attraverso la ricerca di procedure di autofinanziamento;
- la semplificazione delle procedure amministrative di attuazione delle misure di programmazione e di controllo che agevoli la gestione unitaria dei diversi aspetti della pianificazione a scala di bacino.

In linea con i criteri di programmazione descritti in precedenza sono privilegiati gli interventi:

- 1) di completamento e/o ampliamento di opere dichiarate compatibili con gli indirizzi del PSDA;
- 2) che in associazione determinino il ripristino di condizioni di equilibrio (tali interventi non dovranno, in linea di principio, ridurre le attuali fasce di divagazione dei corsi d'acqua, ma se possibile dovranno contribuire ad ampliarle)

5.2. REGOLAMENTAZIONE D'USO DELLE FASCE FLUVIALI.

Le prescrizioni contenute nelle Norme di Attuazione, allegate al PSDA, riguardano l'Alveo di piena ordinaria e le Fasce A,B e C individuate precedentemente, e mirano da un lato a garantire condizioni accettabili di rischio, riducendo le condizioni attuali di squilibrio, dall'altro a prevenire i possibili danni generati da interventi antropici, in aree nelle quali il rischio esistente attualmente è ritenuto accettabile (condizioni standard).

Tali prescrizioni costituiscono atto di indirizzo per le Amministrazioni operanti sul territorio, affinché attraverso un corretto uso del suolo tutelino le popolazioni nella loro incolumità rispetto al pericolo di inondazione, preservino la staticità degli edifici, laddove le norme consentono nuove edificazioni oppure il recupero del costruito esistente, e garantiscano la funzionalità delle infrastrutture.

Particolare attenzione è stata posta alla localizzazione, attuale e futura, di attività industriali e produttive, delle quali va garantita la continuità di produzione, scongiurando nel contempo il pericolo di inquinamento diffuso conseguente all'inondazione; la difesa del suolo e delle popolazioni che su di esso insistono va infatti riguardata non solo rispetto ad effetti diretti ed immediati delle acque di piena, ma anche rispetto a conseguenze a medio e lungo termine.

Il Piano assume, infine, l'obiettivo di assicurare la migliore gestione del demanio fluviale, attraverso la ricognizione anche catastale del demanio dei corsi d'acqua, nonché delle concessioni in atto relative a detti territori.

In sintesi:

Nell'**alveo di piena ordinaria** si applicano le norme prescritte dagli artt.93÷98 del T.U.523/904 - Capo VII - Polizia delle acque pubbliche.

Nella **Fascia A** sono vietati:

- qualunque trasformazione dello stato dei luoghi, sotto l'aspetto morfologico, idraulico, infrastrutturale ed edilizio;
- l'apertura di discariche pubbliche o private, anche se provvisorie, impianti di smaltimento o trattamento di rifiuti solidi, il deposito a cielo aperto di qualunque materiale o sostanza inquinante o pericolosa (ivi incluse autovetture, rottami, materiali edili e similari);
- gli impianti di depurazione di acque reflue di qualunque provenienza, ad esclusione dei collettori di convogliamento e di scarico dei reflui stessi;
- qualsiasi tipo di coltura agraria sia erbacea che arborea e l'uso di antiparassitari, diserbanti e concimi chimici per una **zona di rispetto di 10 m** di ampiezza, misurata a partire dal ciglio della sponda, al fine della ricostituzione di una zona di vegetazione ripariale come da successivo art.12. In caso di incerto limite di sponda valgono le norme di cui all'art. 94 del R.D. 523/904. La zona di rispetto di 10 m. viene stabilita in attuazione di quanto previsto dall'art.96 lettera d) dello stesso R.D. Qualora la fascia A risulti di ampiezza minore di 10 m, ma

comunque presente, il divieto si intende esteso anche alle fasce successive fino al raggiungimento di tale ampiezza.

Nella Fascia A, salvo quanto contenuto nella parte quarta delle norme di attuazione, è inoltre vietata l'escavazione e/o il prelievo, in qualunque forma o quantità, di sabbie, ghiaie e di altri materiali litoidi.

Nella Fascia A sono, in particolare, sottoposte a tutela e salvaguardia le zone umide, zone di riserva e zone con vegetazione naturale. Gli Enti locali, gli altri organismi pubblici nonché le aziende pubbliche, ciascuno relativamente al territorio e all'ambito delle proprie competenze, hanno l'obbligo di trasmettere semestralmente all'Autorità di Bacino una relazione illustrante lo stato di tali zone nonché le azioni di controllo svolte.

Nelle Fasce B il Piano persegue gli obiettivi di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, nonché di conservare e migliorare le caratteristiche naturali ed ambientali.

Nelle Fasce B, sono vietati:

- l'apertura di discariche pubbliche o private, anche se provvisorie, impianti di smaltimento o trattamento di rifiuti solidi, il deposito a cielo aperto di qualunque materiale o sostanza inquinante o pericolosa (ivi incluse autovetture, rottami, materiali edili e similari);
- gli impianti di depurazione di acque reflue di qualunque provenienza, ad esclusione dei collettori di convogliamento e di scarico dei reflui stessi.

Nella Fascia B, salvo quanto specificato nella Parte Quarta delle norme di attuazione, **è inoltre vietata** l'escavazione e/o il prelievo, in qualunque forma o quantità, di sabbie, ghiaie e di altri materiali litoidi.

Nelle Fasce B sono, in particolare, sottoposte a tutela e salvaguardia le zone umide, zone di riserva e zone con vegetazione naturale. Gli Enti locali, gli altri organismi pubblici nonché le aziende pubbliche, ciascuno relativamente al territorio e all'ambito delle proprie competenze, hanno l'obbligo di trasmettere semestralmente all'Autorità di Bacino una relazione illustrante lo stato di tali zone nonché le azioni di controllo svolte.

Nella Fascia B1, in aggiunta a quanto previsto al comma 2, sono vietati:

- qualunque tipo di edificazione;
- interventi o strutture, in presenza di rilevati arginali, che tendano ad orientare la corrente in piena verso i rilevati, ovvero scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano aumentare le infiltrazioni nelle fondazioni dei rilevati.

Nella Fascia B2 in aggiunta a quanto previsto al comma 2, **sono vietati**:

- qualunque tipo di edificazione.

Le limitazioni d'uso sopraelencate relative alle fasce A e B, costituiscono vincoli temporanei di salvaguardia ai sensi dell'art. 17 comma 6 bis della legge 183/89. Le deroghe ai divieti di edificazione di cui all'art. 29 delle norme di attuazione, ove consentite non si applicano fino alla attuazione del PSDA nel settore urbanistico.

Nella **Fascia C** il Piano persegue l'obiettivo di assicurare un sufficiente grado di sicurezza alle popolazioni e ai luoghi di riferimento, mediante la predisposizione prioritaria, ai sensi della legge 225/92, di Programmi di previsione e prevenzione.

Al fine di dare carattere di unitarietà di indirizzo e di procedure alle pianificazioni provinciali e comunali nelle aree ricadenti nel bacino del Volturno, l'Autorità di Bacino, in collaborazione con il Dipartimento della Protezione Civile, le Regioni e le Province interessate, predispone il Programma di previsione e prevenzione per il rischio da alluvioni, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.

I Programmi di previsione e prevenzione per la difesa dalle alluvioni ed i relativi Piani di Emergenza, investono anche i territori individuati come Fascia A e come Fascia B.

Nella Fascia C sono, in particolare, sottoposte a tutela e salvaguardia le zone umide, zone di riserva e zone verdi compatibili individuate nelle Tavole grafiche allegate al PSDA.

5.3. PIANO DI EMERGENZA

Con decreto n. 1362 del 17.05.96, la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile attribuisce alla pianificazione di emergenza relativa al rischio idrogeologico per i bacini dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno un carattere di rilevanza nazionale e conseguentemente costituisce una Commissione, coordinata dal Dipartimento della Protezione Civile, incaricata di provvedere alla elaborazione del Piano Nazionale di Emergenza per l'area dei bacini dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno e relativo al rischio d'alluvioni. La Commissione con sede operativa presso l'Autorità di Bacino, deve completare i propri lavori entro maggio 1997. Alla citata commissione è affiancato un Gruppo di Lavoro tecnico incaricato di predisporre gli atti propedeutici nonché di fornire consulenze utili all'elaborazione dei piani di emergenza provinciali di cui all'art. 14 della L. 225/92.

Il piano di emergenza individua i comportamenti del pubblico e le necessità di soccorso che contribuiscono a mitigare le conseguenze dannose delle inondazioni.

I piani di emergenza vengono articolati a vari livelli :

- programmi nazionali di soccorso e piani per l'attuazione delle misure di emergenza, predisposti dal Dipartimento di Protezione Civile;
- piani per fronteggiare l'emergenza sul territorio provinciale, predisposti dal Prefetto sulla base del programma di previsione e prevenzione provinciale;
- piani di emergenza comunali, predisposti dai comuni.

Per quanto riguarda i programmi di previsione e prevenzione con la Circolare 1/94 del 3 febbraio 1992 il Dipartimento di Protezione Civile ha fissato i criteri da porre alla base dell'attività di programmazione:

1. Individuazione degli obiettivi di riferimento;
2. Censimento, identificazione ed analisi territoriale dei rischi;
3. Definizione delle metodologie di valutazione previsionale delle diverse tipologie di rischio esistenti sul territorio sulla base anche della utilizzazione, ove disponibili, di modelli fisico-matematici di previsione;
4. Individuazione dei criteri di tollerabilità dei rischi articolati per tipo di rischio;
5. Predisposizione della mappa di vulnerabilità del territorio nell'ambito della quale l'analisi previsionale è correlata con la situazione antropica del territorio stesso;

6. Indicazione delle misure preventive quali opere, lavori o misure organizzative necessarie ad eliminare o ridurre al minimo le conseguenze dannose dei rischi;
7. Definizione delle misure organizzative concernenti la vigilanza ed il controllo sulle principali fonti di rischio;
8. Informazione al pubblico sui rischi e sulle norme di comportamento da assumere in caso di eventi calamitosi;
9. Indicazioni delle funzioni in ordine alle singole componenti territoriali e delle strutture tenute a concorso;
10. Indicazione di massima delle risorse umane e finanziarie occorrenti e delle modalità per farvi fronte.

E' evidente la connessione con le attività di pianificazione e di programmazione previste dalla L.183/89.

Il "Piano stralcio relativo alla difesa dalle alluvioni" recepisce in maniera esaustiva i criteri sopra citati limitatamente ai punti da 1 a 6. I rimanenti punti (da 7 a 10) sono riferiti ad attività di protezione civile e più precisamente alla gestione dell'emergenza; si rende quindi necessaria un'attività di completamento per la definizione del programma di previsione e prevenzione relativo al rischio di inondazione per la predisposizione dei piani di emergenza.

Questi non debbono essere riguardati come puri atti amministrativi ma, come sta avvenendo nelle nazioni industrialmente avanzate, vanno considerati un'opera di ingegneria. La loro definizione richiede:

- l'individuazione e il censimento delle aree vulnerate nel passato o potenzialmente sottoposte al rischio;
- la mappatura delle aree a rischio, corrispondenti a diversi periodi di ritorno;
- la predisposizione di scenari di evento, a differenti livelli di intensità ed estensione, ai fini della gestione operativa dell'emergenza:

attività che rientrano tra le attività di previsione e prevenzione, art. 3 della L.225/92.

Per quanto riguarda l'azione di gestione e superamento dell'emergenza, si richiede:

- la disponibilità di strutture operative per predisporre le azioni necessarie per ridurre al minimo i danni prodotti dall'evento;
- un efficace modello di intervento in grado di utilizzare al meglio le strutture operative.

Per una buona organizzazione delle fasi dell'emergenza, è indispensabile dotarsi di sistemi di preannuncio, finalizzati ad indicare con largo anticipo l'occorrenza di un evento. Il preannuncio deve essere tale da avere a disposizione tempi tecnicamente sufficienti per organizzare le azioni di emergenza.

Per bacini di grande estensione, a mezzo di idonei sistemi di rilevamento dei precursori di evento e di modelli di simulazione delle piene, è possibile la emanazione di allarmi con un adeguato intervallo di preannuncio.

Nei casi in cui l'estensione idrografica è limitata, l'anticipo può essere tecnicamente non sufficiente (per esempio i sottobacini dei tratti iniziali), il preannuncio dell'evento può essere garantito ricorrendo a radar per la misura in quota delle precipitazioni e modelli di previsione di queste ultime.

Il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale riveste quindi un ruolo determinante sia nella fase di previsione, a livello centrale, sia durante le fasi di emergenza, a livello periferico.

6. TAVOLE FUORI TESTO

3. AMBITO DI APPLICAZIONE - PLANIMETRIE DI SINTESI

| | | |
|------|---|------------|
| 3.1. | Volturno da confl. Calore I. a mare | 1 : 25.000 |
| 3.2. | Volturno da Baia e Latina a confl. Calore I. | 1 : 25.000 |
| 3.3. | Volturno da confl. Cavaliere a Baia e Latina | 1 : 25.000 |
| 3.4. | Calore I. da confl. Tammaro a confl. Volturno | 1 : 25.000 |
| 3.5. | Sabato da Altavilla a confl. Calore I. | 1 : 25.000 |
| 3.6. | Tammaro da Campolattaro a confl. Calore I. | 1 : 25.000 |

4. ZONIZZAZIONE CON INDIVIDUAZIONE DEGLI SQUILIBRI

| | | |
|-------|--|-----------|
| 4.1. | Volturno da Capua a mare (tav. 1) | 1: 5.000 |
| 4.2. | Volturno da Capua a mare (tav. 2) | 1: 5.000 |
| 4.3. | Volturno da Capua a mare (tav. 3) | 1: 5.000 |
| 4.4. | Volturno da Capua a mare (tav. 4) | 1: 5.000 |
| 4.5. | Volturno da Capua a mare (tav. 5) | 1: 5.000 |
| 4.6. | Volturno da Capua a mare (tav. 6) | 1: 5.000 |
| 4.7. | Volturno da Capua a mare (tav. 7) | 1: 5.000 |
| 4.8. | Volturno dalla confl. Calore I. a Capua (tav. 1) | 1: 10.000 |
| 4.9. | Volturno dalla confl. Calore I. a Capua (tav. 2) | 1: 5.000 |
| 4.10. | Volturno dalla confl. Calore I. a Capua (tav. 3) | 1: 5.000 |
| 4.11. | Volturno dalla confl. Calore I. a Capua (tav. 4) | 1: 5.000 |
| 4.12. | Calore da confl. Tammaro a confl. Volturno (tav. 1) | 1: 5.000 |
| 4.13. | Calore da confl. Tammaro a confl. Volturno (tav. 2) | 1: 5.000 |
| 4.14. | Calore da confl. Tammaro a confl. Volturno (tav. 3) | 1: 5.000 |
| 4.15. | Calore da confl. Tammaro a confl. Volturno (tav. 4) | 1: 5.000 |
| 4.16. | Calore da confl. Tammaro a confl. Volturno (tav. 5) | 1: 5.000 |
| 4.17. | Calore da confl. Tammaro a confl. Volturno (tav. 6) | 1: 5.000 |
| 4.18. | Calore da confl. Tammaro a confl. Volturno (tav. 7) | 1: 5.000 |
| 4.19. | Calore da confl. Tammaro a confl. Volturno (tav. 8) | 1: 5.000 |
| 4.20. | Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza Calore (tav. 1) | 1: 5.000 |
| 4.21. | Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza Calore (tav. 2) | 1: 5.000 |
| 4.22. | Sabato da Altavilla Irpina alla confluenza Calore (tav. 3) | 1: 5.000 |
| 4.23. | Tammaro da Campolattaro a confl. Calore I. (tav. 1) | 1: 5.000 |
| 4.24. | Tammaro da Campolattaro a confl. Calore I. (tav. 2) | 1: 5.000 |
| 4.25. | Tammaro da Campolattaro a confl. Calore I. (tav. 3) | 1: 5.000 |
| 4.26. | Tammaro da Campolattaro a confl. Calore I. (tav. 4) | 1: 5.000 |
| 4.27. | Tammaro da Campolattaro a confl. Calore I. (tav. 5) | 1: 5.000 |
| 4.28. | Tammaro da Campolattaro a confl. Calore I. (tav. 6) | 1: 5.000 |
| 4.29. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 1) | 1: 5.000 |
| 4.30. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 2) | 1: 5.000 |
| 4.31. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 3) | 1: 5.000 |
| 4.32. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 4) | 1: 5.000 |
| 4.33. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 5) | 1: 5.000 |
| 4.34. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 6) | 1: 5.000 |

| | | | |
|---------|---|----|--------|
| 4.35. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 7) | 1: | 5.000 |
| 4.36. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 8) | 1: | 5.000 |
| 4.37. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 9) | 1: | 5.000 |
| 4.38. | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 10) | 1: | 5.000 |
| 4.38bis | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 10bis) | 1: | 4.000 |
| 4.39 | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 11) | 1: | 4.000 |
| 4.39bis | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 11bis) | 1: | 4.000 |
| 4.40 | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 12) | 1: | 4.000 |
| 4.40bis | Volturno da confl. Cavaliere a confl. Calore I. (tav. 12bis) | 1: | 4.000 |
| 4.41 | Rava - S. Bartolomeo dall'attraversamento SS 85 alla confluenza Volturno. (tav. 1) | 1: | 5.000 |
| 4.42 | Rava - S. Bartolomeo dall'attraversamento SS 85 alla confluenza Volturno. (tav. 2) | 1: | 5.000 |
| 4.43 | Volturno da Capua a mare. | 1: | 25.000 |

Nelle pagine seguenti vengono riportati il quadro d'unione delle tavole di zonizzazione ed individuazione degli squilibri ed uno schema grafico sintetico della struttura del PSDA.



