



**UNIONE EUROPEA**  
Fondo Europeo Agricolo  
per lo Sviluppo Rurale



Assessorato Agricoltura



# CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060

Prignano Cilento (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.consorziovelia.com

**PIANO STRAORDINARIO DI DIFESA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA NEI  
BACINI DEL FIUME ALENTO E DELLA FIUMARELLA DI ASCEA (3° STRALCIO)  
C.U.P. E98H16000040008**

**INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA  
DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA  
(LOTTO 1)**

Livello di progettazione

Fattib. tecnico - economica

Progetto definitivo

Progetto esecutivo

Cod. elaborato

**A3.7**

Scala

Data

**Gennaio 2024**

Revisione

1  2  3  4  5  6

Titolo elaborato

**Relazione idrologica e idraulica**

<b>TIPOLOGIA ELABORATO</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Descrittivo	<input type="checkbox"/> Grafico	<input checked="" type="checkbox"/> Calcolo
<input type="checkbox"/> Economico	<input type="checkbox"/> Sicurezza	<input type="checkbox"/> Disciplinare/Contrattuale	<input type="checkbox"/> Altro

## **PROGETTISTA**

Velia Ingegneria e Servizi Srl

**Ing. Gaetano Suppa**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983

## **GEOLOGO**

**Dott. Geol. Angelo Elia**

Iscritto all'Albo dei Geologi della  
Regione Campania n. 582 dal 11.02.1988

## **R.U.P.**

Consorzio di Bonifica "Velia"

**Arch. Alfredo Loffredo**

Riferimenti archivio digitale: 047.2024/Ve.Ing.

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA  
(ai sensi dell'art. 25 del D.P.R. 270/2010 e s.m.i.)**

**Premessa**

Con Deliberazione della Deputazione Amministrativa n. 67 del 21.07.2014 il Consorzio di Bonifica "Velia" ha approvato il "Piano di interventi di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini dell'Alento, della Fiumarella e del Mortella. Progetto Generale". Esso nasce dall'esigenza di prevedere interventi sistematori delle opere danneggiate dagli eventi alluvionali del dicembre 2008 e gennaio 2009 e dall'intenzione di mitigare eventuali ulteriori danni in caso di nuovi analoghi eventi. È da precisarsi come gli interventi sul "reticolo idraulico di bonifica", oggetto del progetto esecutivo in questione, rappresentino il 3° stralcio delle opere previste dal predetto piano. Gli interventi si sostanziano nella progettazione delle attività finalizzate al ripristino della corretta officiosità idraulica di canali di bonifica consortile. Trattasi dunque di interventi strettamente funzionali al contenimento dei rischi per l'incolumità di cose e persone in caso di eventi alluvionali e potenziali dissesti a carattere idrogeologico.

Il progetto si compone di una serie di interventi finalizzati al ripristino della funzionalità del reticolo idraulico di bonifica nonché alla messa in sicurezza dei dissesti idrogeologici localizzati direttamente incidenti sulla sicurezza e funzionalità della rete scolante consortile. Le opere da realizzare, ricomprese nel 1° lotto progettuale in trattazione, sono distribuite negli ambiti comunali di seguito elencati:

- Castelnuovo Cilento (canali Badolato);
- Casal Velino (vallone Torricelli, vallone Rungi).

**Obiettivi e Finalità**

Il Consorzio di Bonifica Velia è da anni impegnato nella gestione delle opere idrauliche consortili a servizio di un territorio, quello cilentano, fortemente esposti al rischio idrogeologico, derivanti principalmente dalle notevoli acclività e dalla natura dei terreni. L'allontanamento dell'eccesso idrico derivante dalla precipitazione ha ricadute dirette sulla qualità delle coltivazioni evitando il ristagno di acque meteoriche.

È ormai evidenza quotidiana l'avvicinarsi degli eventi estremi meteorici soprattutto nel periodo autunnale e invernale con il conseguente rischio di dissesto spondale, difficoltà nella fruizione dei suoli agricoli e la loro erosione.

Le opere previste nel presente progetto su canali esistenti e gestiti dal consorzio mirano ad agevolare l'attuale regimentazione delle acque superficiali attraverso una ri-progettazione degli stessi o di tratti di essi mirando alla loro ambientalizzazione con l'utilizzo di opere ascrivibili all'ingegneri naturalistica.

Gli interventi previsti in progetto perseguono i seguenti obiettivi:

- Mitigazione del rischio di inondazione;
- Regimazione delle acque;
- Prevenzione del dissesto spondale;
- Riduzione del fenomeno dell'erosione;

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

**Descrizione dello stato dei luoghi**

**Canali Badolato**

Le opere di progetto riguardano n. 15 interventi diffusi, da realizzare su altrettanti canali di bonifica esistenti. L'area, per buona parte valliva e di mezza costa, si contraddistingue per la sua forte connotazione agricola intervallata da isolati edifici a carattere residenziale nonché per la presenza dell'intersecante viabilità provinciale "Salicuneta". I canali in questione, al netto delle reciproche intersezioni, hanno come recapito finale il vicino torrente Badolato. Allo stato attuale tali canali non riescono a veicolare la portata duecentennale garantendo il rispetto dei franchi e si è scelto di prevedere un adeguamento della loro sezione.



**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

**Vallone Torricelli**

L'area di riferimento dell'intervento ricade nel territorio del Comune di Casal Velino. Le opere da realizzare, a carattere manutentivo, riguarderanno il canale adiacente alla Vasca **Torricelli**, ascritto nel piano di gestione dei canali consortili con il numero 170 e 11.12, le cui sponde risultano per alcuni tratti danneggiate dai violenti eventi meteorici e dalle conseguenti piene degli ultimi anni.



**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

**Vallone Rungi**

In analogia con l'area descritta in precedenza, anche in questo caso si prevede di realizzare un'opera manutentiva del canale in prossimità della vasca Rungi dell'omonimo vallone, riportato nel piano di gestione dei canali consortili con il numero 200 e 11.1 per taluni tratti erosi dall'azione idraulica delle piene causate nel tempo dai forti eventi meteorici.



**Opere previste in progetto**

**Canali Badolato**

Nel territorio comunale di Castelnuovo Cilento è previsto realizzare un'opera di ripristino e messa in sicurezza diffusa sulla rete esistente di canali di bonifica confluenti nel torrente Badolato. Gli interventi tenderanno alla messa in sicurezza, difesa spondale e ripristino dell'efficienza dei predetti corsi d'acqua, della confluenza nel citato corso d'acqua maggiore e degli attraversamenti della viabilità provinciale "Salicuneta". I canali interessati saranno in tutto 9, cui si aggiungono ulteriori 6 affluenti minori. Per ciascun intervento è di seguito indicato un sunto delle opere da realizzare:

**Canale BD1 (fosso "Staglioni")**

Il corso d'acqua, il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 698 m., supera un dislivello di ca. 40 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 10,00 m. (5,50 m. di alveo e 2 x 2,25 m. di sponde laterali). Lungo il tracciato, con cadenza pressoché costante, saranno realizzate n. 20 briglie in gabbioni di spessore medio pari a circa 1,10 m. e 1,00 m. di altezza media del salto. A valle della briglia sarà poi realizzato un rivestimento protettivo in gabbioni del fondo e delle spalle del canale, dello sviluppo lineare variabile ricompreso tra 2,00 m. e 8,00 m. e larghezza compatibile con l'andamento del corso d'acqua

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

---

riprofilato. Lungo il suo tracciato il canale intercetta la viabilità provinciale (T1). Lo sbocco del canale, esternamente all'alveo catastale, sarà messo in sicurezza mediante la sistemazione delle sponde e del fondo con gabbioni oltreché delle sponde fluviali con massi e rinverdimento con talee di arbusti autoctoni.

Canale BD3 (fosso "Cassese")

Il corso d'acqua, il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 1.110 m., supera un dislivello di ca. 60 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 6,50 m. (2,00 m. di alveo e 2 x 2,25 m. di sponde laterali). Lungo il tracciato, con cadenza pressoché costante, saranno realizzate n. 14 briglie in gabbioni di spessore medio pari a ca. 1,10 m. e 1,00 m. di altezza media del salto. A valle della briglia sarà poi realizzato un rivestimento protettivo in gabbioni del fondo e delle spalle del canale, dello sviluppo lineare variabile ricompreso tra 1,00 m. e 8,00 m. e larghezza compatibile con l'andamento del corso d'acqua riprofilato. Lo sbocco del canale, esternamente all'alveo catastale, sarà messo in sicurezza mediante la sistemazione delle sponde e del fondo con gabbioni oltreché delle sponde fluviali con massi e rinverdimento con talee di arbusti autoctoni.

Affluente BD3-I

Trattasi di un affluente del canale BD3 (fosso "Cassese") il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 403,80 m., supera un dislivello di ca. 5 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 5,10 m. (1,50 m. di alveo e 2 x 1,80 m. di sponde laterali). Lungo il suo tracciato il canale intercetta la viabilità provinciale (T2).

Affluente BD3-II

Trattasi di un affluente del canale BD3 (fosso "Cassese2") il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 235,00 m., supera un dislivello di ca. 3,5 m.. Il canale sarà risagomato per una larghezza media di 5,10 m. (1,50 m. di alveo e 2 x 1,80 m. di sponde laterali). Il corso d'acqua non attraversa la rete stradale locale e sovralocale.

Canale BD5

Il corso d'acqua, il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 1.434 m., supera un dislivello di ca. 95 m.. Il canale sarà risagomato per una larghezza media di 6,50 m. (2,00 m. di alveo e 2 x 2,25 m. di sponde laterali). Lungo il tracciato, con cadenza pressoché costante, saranno realizzate n. 25 briglie in gabbioni di spessore medio pari a ca. 1,10 m. e 1,00 m. di altezza media del salto. A valle della briglia sarà poi realizzato un rivestimento protettivo in gabbioni del fondo e delle spalle del canale, dello sviluppo lineare variabile ricompreso tra 1,00 m. e 8,00 m. e larghezza compatibile con l'andamento del corso d'acqua riprofilato. Lungo il suo tracciato il canale intercetta la viabilità provinciale (T6). Lo sbocco del canale, esternamente all'alveo catastale, sarà messo in sicurezza mediante la sistemazione delle sponde e del fondo con gabbioni oltreché delle sponde fluviali con massi e rinverdimento con talee di arbusti autoctoni.

Affluente BD5-A

Trattasi di un affluente del canale BD5 il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 732,00 m., supera un dislivello di ca. 65 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 6,50 m. (2,00 m. di alveo e 2 x 2,25 m. di sponde laterali). Lungo il tracciato, con cadenza pressoché costante, saranno realizzate n. 9 briglie in gabbioni di spessore medio pari a ca. 1,10 m. e 1,00 m. di altezza media del salto. A valle della briglia sarà poi realizzato un rivestimento protettivo in gabbioni del fondo e delle spalle del canale, dello sviluppo lineare variabile ricompreso tra 1,00 m. e 8,00 m. e larghezza compatibile con

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

---

l'andamento del corso d'acqua riprofilato.

Canale BD6 (Fosso "San Nicola")

Il corso d'acqua, il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 654 m., supera un dislivello di ca. 36 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 5,10 m. (1,50 m. di alveo e 2 x 1,80 m. di sponde laterali). Lungo il suo tracciato il canale intercetta la viabilità provinciale (T7). Lo sbocco del canale, esternamente all'alveo catastale, sarà messo in sicurezza mediante la sistemazione delle sponde e del fondo con gabbioni oltreché delle sponde fluviali con massi e rinverdimento con talee di arbusti autoctoni.

Affluente BD6-I

Trattasi di un affluente del canale BD6 (fosso San Nicola) il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 113,00 m., supera un dislivello di ca. 3,0 m.. Il canale sarà risagomato per una larghezza media di 3,80 m. (0,80 m. di alveo e 2 x 1,50 m. di sponde laterali). Il corso d'acqua non attraversa la rete stradale locale e sovralocale

Canale BD6-A (fosso "Mandrone")

Il corso d'acqua, il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 561 m., supera un dislivello di ca. 22 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 5,10 m. (1,50 m. di alveo e 2 x 1,80 m. di sponde laterali). Lungo il suo tracciato il canale intercetta la viabilità locale privata (t8) e provinciale (T9). Lo sbocco del canale, esternamente all'alveo catastale, sarà messo in sicurezza mediante la sistemazione delle sponde e del fondo con gabbioni oltreché delle sponde fluviali con massi e rinverdimento con talee di arbusti autoctoni.

Affluente BD6-AI

Trattasi di un affluente del canale BD6-A (fosso "Mandrone") il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 248,00 m., supera un dislivello di ca. 32 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 5,10 m. (1,50 m. di alveo e 2 x 1,80 m. di sponde laterali). Lungo il suo tracciato il canale intercetta la viabilità provinciale (T10).

Canale BD7-I

Il corso d'acqua, il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 175 m., supera un dislivello di ca. 12 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 3,80 m. (0,80 m. di alveo e 2 x 1,50 m. di sponde laterali). Lungo il suo tracciato il canale intercetta la viabilità provinciale (T11). Lo sbocco del canale, esternamente all'alveo catastale, sarà messo in sicurezza mediante la sistemazione delle sponde e del fondo con gabbioni oltreché delle sponde fluviali con massi e rinverdimento con talee di arbusti autoctoni.

Canale BD7-II

Il corso d'acqua, il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 418 m., supera un dislivello di ca. 10 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 5,10 m. (1,50 m. di alveo e 2 x 1,80 m. di sponde laterali). Lungo il suo tracciato il canale intercetta la viabilità provinciale (T12). Lo sbocco del canale, esternamente all'alveo catastale, sarà messo in sicurezza mediante la sistemazione delle sponde e del fondo con gabbioni oltreché delle sponde fluviali con massi e rinverdimento con talee di arbusti autoctoni.

Canale BD8

Il corso d'acqua, il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 431 m., supera un dislivello di ca. 9 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 5,10 m. (1,50 m. di alveo e 2 x 1,80 m. di sponde laterali). Lungo il suo tracciato il canale intercetta la viabilità provinciale (T13). Lo sbocco del canale, esternamente all'alveo catastale, sarà messo in sicurezza mediante la sistemazione delle sponde e del fondo con gabbioni oltreché delle

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

sponde fluviali con massi e rinverdimento con talee di arbusti autoctoni.

#### Canale PD1

Il corso d'acqua, il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 702,60 m., supera un dislivello di ca. 45 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 5,10 m. (1,50 m. di alveo e 2 x 1,80 m. di sponde laterali). Lungo il tracciato, con cadenza pressoché costante, saranno realizzate n. 7 briglie in gabbioni di spessore medio pari a ca. 1,10 m. e 1,00 m. di altezza media del salto. A valle della briglia sarà poi realizzato un rivestimento protettivo in gabbioni del fondo e delle spalle del canale, dello sviluppo lineare variabile e larghezza compatibile con l'andamento del corso d'acqua riprofilato. Lungo il suo tracciato il canale attraversa la viabilità provinciale (T14). Lo sbocco del canale, esternamente all'alveo catastale, sarà messo in sicurezza mediante la sistemazione delle sponde e del fondo con gabbioni oltreché delle sponde fluviali con massi e rinverdimento con talee di arbusti autoctoni.

#### Affluente PD1-A

Trattasi di un affluente del canale PD1 il cui sviluppo complessivo è pari a ca. 406,30 m., supera un dislivello di ca. 45 m.. Il canale sarà riprofilato per una larghezza media di 5,10 m. (1,50 m. di alveo e 2 x 1,80 m. di sponde laterali). Lungo il suo tracciato il canale attraversa la viabilità provinciale (T15).

In sintesi tecnica: gli interventi previsti riguardano essenzialmente l'adeguamento della sezione del canale in terra battuta esistente al fine di considerare il defluire della portata duecentennale con i relativi franchi così come previsto dal vigente PSAI dell'autorità di bacino distrettuale dell'appennino meridionale ottenendo, in tal modo, la mitigazione del rischio di inondazione. Il dimensionamento corrente delle briglie consente di addivenire alla pendenza di compensazione dell'alveo fondamentale per una corretta regimentazione delle acque di superficie, limitando il trasporto solido sul fondo con una forte riduzione del fenomeno dell'erosione. In aggiunta, la predisposizione dei gabbioni sul fondo e sulle spalle previene dal dissesto spondale con il conseguente miglioramento della fruibilità dei suoli agricoli.

#### **Vallone Torricelli**

L'intervento ricompreso nel presente stralcio progettuale riguarderà la messa in sicurezza del vallone Torricelli sottostante l'omonima vasca. Le opere da realizzare mirano al ripristino della naturale continuità ed officiosità idraulica mediante interventi di eliminazione dei dissesti idrogeologici verificatisi nel tempo, sistemazioni spondali, messa in sicurezza e ripristino funzionale dei manufatti contermini comunque connessi.

Di seguito sono descritte le distinte tipologie d'intervento da realizzare lungo il vallone:

- lungo il vallone a monte del manufatto saranno realizzati due distinti interventi. Il primo (sezione I) riguarda la riqualificazione funzionale della sponda in sinistra idraulica sottotrada mediante scavo e apposizione di gabbionata a doppia fila su magrone di sottofondazione con retrostante rinterro; lo sviluppo dell'intervento è stimato in 20 m.;
- l'intervento corrispondente alla sezione H, analogamente al precedente, si sviluppa nel tratto a monte dell'omonimo vaso artificiale e riguarda la messa in sicurezza della sponda in sinistra idraulica mediante apposizione di doppia



**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

- gabbionata e retrostante rinterro; la lunghezza dell'intervento è stimata in 18,00 m.;
- il tratto ricompreso tra le sezioni E e G, a valle della vasca Torricelli, si caratterizza oggi per una consistente situazione di dissesto localizzato. Il tratto di strada ad esso corrispondente è ad oggi reso poco funzionale e sicuro a causa della disconnessione della carreggiata indotta dal citato dissesto. In corrispondenza delle predette sezioni, sempre in sinistra idraulica, è prevista la realizzazione di un'opera di sistemazione consistente nell'eliminazione del materiale smottato con scavo di quota parte del nuovo piano d'imposta, apposizione di un basamento composto da massi di protezione e sovrastante realizzazione di una palificata "viva" a doppia parete realizzata con tondame di castagno del diametro di 20 – 30 cm riempito con inerte locale consolidato con talee di salice o arbusti radicati autoctoni, retrostante rinterro. Si prevede poi la successiva applicazione di talee e ramaglia viva di salice e miricaria germanica per un migliore effetto naturalistico e paesaggistico dell'opera. L'intervento si completerà poi col ripristino della zanella, della massiciata e dello strato di conglomerato bituminoso (binder e finitura) del tratto di sede stradale dissestata, della lunghezza di ca. 29,80 m.;
  - una lavorazione analoga a quella su – descritta (palificata viva a doppia parete) sarà altresì realizzata per uno sviluppo lineare di ca. 20 m. in corrispondenza della sezione D;
  - in corrispondenza delle sezioni A e C, rispettivamente per lo sviluppo lineare di 8 m. e 30 m., si provvederà allo scavo per risagomatura e adeguamento del fondo e delle sponde del canale e alla successiva realizzazione di una scogliera di massi di cava per la protezione dell'alveo con interposizione per rinverdimento di talee di arbusti autoctoni ad elevato indice di attecchimento;
  - nelle prossimità della briglia esistente e per uno sviluppo lineare di ca. 7,50 m., così come rappresentato nella sezione B di progetto, sarà realizzata su entrambe le sponde una palificata "viva" a doppia parete realizzata con tondame di castagno del diametro di 20 – 30 cm. riempito con inerte locale consolidato con talee di salice o arbusti radicati autoctoni, retrostante rinterro. Si prevede poi la successiva applicazione di talee e ramaglia viva di salice e miricaria germanica;
  - si prevede altresì la sistemazione e il ripristino materico – funzionale della citata briglia ubicata in prossimità dell'attraversamento stradale sul vallone;
  - con direzione pressoché ortogonale al vallone e alla viabilità e non molto distante dalla briglia sarà realizzato un breve tratto di canalizzazione in legno e pietra, della lunghezza di 11,00 m., per il corretto convogliamento delle acque meteoriche ivi raccolte nel corso d'acqua in questione;
  - lungo il tratto ricompreso tra l'attraversamento stradale del vallone (in prossimità della briglia) e la sezione H, in sinistra idraulica, sarà realizzata una sistemazione spondale del tipo a "palificata viva a doppia parete" nella dimensione e consistenza descritta nei precedenti interventi.

In sintesi tecnica: tali interventi non prevedono modifiche della dimensione della sezione ma sono da annoverarsi negli interventi di manutenzione straordinaria con l'implementazione di soluzioni ingegneristiche anche a basso impatto ambientale come quelle di ingegneria naturalistica. La predisposizione dei gabbioni sulle spalle del canale

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

previene dal dissesto spondale garantendo la tenuta idraulica delle sponde dell'alveo e mitigando il rischio di inondazione. La realizzazione di una canaletta in legno e pietrame con le altre opere di ingegneria naturalistica mirano ad a regimentare il deflusso delle acque superficiali. L' adeguamento del fondo e delle sponde del canale e alla successiva realizzazione di una scogliera di massi di cava per la protezione dell'alveo si pone l'obiettivo di ridurre il fenomeno dell'erosione con il conseguente miglioramento della fruibilità dei suoli agricoli.

### **Vallone Rungi**

L'intervento in questione presenta diverse analogie con quello previsto per il vallone Torricelli. Le opere riguarderanno infatti la messa in sicurezza di taluni tratti del vallone sottostante la vasca Rungi. Anche in questo caso si provvederà alla rimozione delle problematiche a carattere idrogeologico esistenti realizzando interventi di messa in sicurezza compatibili con il contesto naturalistico. Nello specifico, a seconda dei tratti, si prevede di conseguire le opere di seguito descritte:

- lungo il tratto riferibile alla sezione A della lunghezza di ca. 10,00 m. si opererà un ripristino parziale del fondo e delle scarpate con integrazione di pietrame;
- in corrispondenza della sezione B, per ca. 12,00 m. di sviluppo lineare, si riscontra la presenza di una criticità idrogeologica inficiante la sicurezza complessiva del tratto. Per ovviare tale problematica e ripristinare la continuità e l'officiosità del corso d'acqua si provvederà alla risagomatura e adeguamento della sponda in sinistra idraulica mediante scavo e apposizione di un magrone con sovrastante gabbionata a doppia fila, da interrare completamente con l'opera di rinterro. Si provvederà inoltre al ripristino del tratto stradale corrispondente mediante ricostruzione della zanella preesistente, della barriera stradale nonché il rifacimento del sovrastante manto stradale per uno sviluppo lineare di ca. 13,00 m.;
- nel tratto di ca. 36,50 m. in cui ricade la sezione C, prossimo alla vasca, si provvederà al ripristino del fondo e delle scarpate con integrazione di massi di cava e interposizione di talee di arbusti autoctoni ad elevato indice di attecchimento finalizzati ad un'ottimale mitigazione dell'impatto paesaggistico delle opere;
- più a valle, in corrispondenza della sezione D e per uno sviluppo lineare di 12,00 m. ca. saranno ripristinati fondo e spalla della canalizzazione esistente mediante applicazione di pietrame inghisato con malta cementizia.

In sintesi tecnica: tali interventi non prevedono modifiche della dimensione della sezione ma sono da annoverarsi negli interventi di manutenzione straordinaria con l'implementazione di soluzioni ingegneristiche anche a basso impatto ambientale come quelle di ingegneria naturalistica. La predisposizione dei gabbioni sulle spalle del canale previene dal dissesto spondale garantendo la tenuta idraulica delle sponde dell'alveo e mitigando il rischio di inondazione. La realizzazione di opere di ingegneria naturalistica mirano ad a regimentare il deflusso delle acque superficiali. L' adeguamento del fondo e delle sponde del canale e l'integrazione di pietrame inghisato si pone l'obiettivo di ridurre il fenomeno dell'erosione con il conseguente miglioramento della fruibilità dei suoli agricoli.

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

**Metodologia utilizzata per la valutazione delle massime portate di piena**

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

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

$$Q_T = K_T \cdot \mu(Q)$$

dove

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

Per quanto attiene alla valutazione del fattore regionale di crescita, il rapporto VAPI propone la formulazione riportata al paragrafo successivo. Per la valutazione di  $\mu(Q)$ , vengono invece indicate tre differenti metodologie, una di tipo diretto, basate su formule monomie in cui la portata dipende essenzialmente dall'area del bacino, e due di tipo indiretto (la formula razionale e il modello geomorfoclimatico) in cui la piena indice viene valutata a partire dalle piogge e dipende in maniera più articolata dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (area, percentuale impermeabile, copertura boschiva).

Nell'ambito del Progetto VAPI del G.N.D.C.I./C.N.R. il territorio nazionale è stato suddiviso in aree idrologicamente omogenee, caratterizzate pertanto da un'unica distribuzione di probabilità delle piene annuali rapportate al valore medio (legge regionale di crescita con il periodo di ritorno  $K_T(T)$ ). L'indagine regionale volta alla determinazione di tale legge è stata svolta per la regione Campania nel Rapporto VAPI Campania sopra menzionato. I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra  $K_T$  e  $T$  esplicitata come:

$$T = \frac{1}{1 - \exp(-13 \cdot e^{-3.901K_T} - 0.926 \cdot e^{-1.48 \cdot K_T})}$$

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

T [anni]	2	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
$k_T$	0.87	1.29	1.63	2.02	2.27	2.60	3.06	3.53	3.80	4.14	4.61

Tabella 1– Legge regionale di crescita delle portate per la regione Campania

La piena media annua  $\mu(Q)$  è caratterizzata da una elevata variabilità spaziale che

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

può essere spiegata, almeno in parte, ricorrendo a fattori climatici e geomorfologici. E' dunque in genere necessario ricostruire modelli che consentano di mettere in relazione  $\mu(Q)$  con i valori assunti da grandezze caratteristiche del bacino. Quando manchino dati di portata direttamente misurati nelle sezioni di interesse, l'identificazione di tali modelli può essere ottenuta sostanzialmente attraverso due diverse metodologie:

approcci di tipo puramente empirico, del tipo  $\mu(Q) = a \cdot A^b$  (con  $A$  = superficie del bacino); approcci che si basano su modelli in cui la piena media annua viene valutata con parametri che tengano conto delle precipitazioni massime sul bacino e delle caratteristiche geomorfologiche (modelli geomorfoclimatici).

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

Tali parametri sono stati stimati utilizzando i dati di 21 delle 22 stazioni idrometriche presenti in Campania, corrispondenti a bacini di estensione variabile tra 95 Km<sup>2</sup> (Tusciano ed Olevano) e 5542 Km<sup>2</sup> (Volturno e Ponte Annibale).

Ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono, di solito, deflussi di piena nella sezione terminale del bacino dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica. Il bilancio idrologico di un bacino durante i fenomeni di piena può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi in ingresso e quelli in uscita si stabilisce una relazione per effetto di una concomitante trasformazione dei due sottosistemi da cui è costituito il bacino:

- sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione e quindi ai fini del bilancio di piena nella sezione finale contribuisce soltanto una parte delle precipitazioni totali, definita pioggia "efficace";
- nella rete idrografica, l'aliquota delle piogge efficaci derivante dai versanti viene invasata e trasportata alla sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha causato.

Per definire l'effetto dei versanti sulla determinazione della pioggia "efficace" si definisce il coefficiente di afflusso di piena  $C_f$  il rapporto tra i volumi di piena e le precipitazioni totali sul bacino in un prefissato intervallo di tempo. Per tenere conto del ritardo con cui l'idrogramma di piena si manifesta nella sezione di chiusura di un bacino rispetto al pluviogramma che lo ha determinato, è necessario definire una funzione di risposta del bacino stesso ad un ingresso impulsivo unitario detto anche idrogramma unitario istantaneo o IUH. Per un pluviogramma di forma rettangolare, con durata ed intensità in accordo con la legge di probabilità pluviometrica sul bacino  $\mu[I_A(d)]$ , l'idrogramma di piena corrispondente ha ordinata al colmo proporzionale all'intensità di pioggia per mezzo di un coefficiente di attenuazione di piena  $S(d)$  o funzione di picco che si può esprimere come:

$$S(d) = \int_{t_p-d}^d u(\tau) d\tau$$

in cui  $u(\tau)$  è l'idrogramma unitario istantaneo,  $t_p$  è l'istante in cui si manifesta il colmo di piena, misurato a partire dal momento di inizio della pioggia. La forma assunta da  $S(d)$  dipende sostanzialmente dal tempo di ritardo del reticolo idrografico  $t_r$ , definito come

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

intervallo temporale che intercorre tra il baricentro del pluviogramma e quello dell'idrogramma corrispondente. Definita la funzione  $S(d)$  la portata al colmo di piena per unità di area dipende in maniera proporzionale dal prodotto  $\mu[I_A(d)] \cdot S(d)$ , in cui all'aumentare di  $d$  il primo termine diminuisce mentre il secondo aumenta. Il valore della durata  $d$  per cui tale prodotto risulta massimo viene definito durata critica del bacino  $d_c$ . Il massimo annuale della portata al colmo di piena, che si verifica dunque per eventi di durata  $d_c$ , viene definito come:

$$\mu(Q) = C_f \cdot A \cdot S(d_c) \cdot \mu[I_A(d_c)]$$

La precedente può essere riscritta come:

$$\mu(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot \mu[IA(d_c)] \cdot A}{3.6}$$

in cui

- $t_r$  tempo di ritardo del bacino, in ore;
- $C_f$  coefficiente di deflusso, caratteristico del bacino;
- $\mu[I_A(t_r)]$  media del massimo annuale dell'intensità di pioggia areale di durata pari al tempo di ritardo  $t_r$  del bacino, in mm/ora;
- $A$  area del bacino, in kmq;
- $q$  coefficiente di attenuazione del colmo di piena.

Seguendo l'approccio sopra definito, per valutare la media dei massimi annuali della portata al colmo di piena  $m(Q)$ , risulta in definitiva necessario:

1. definire la legge di probabilità pluviometrica areale  $\mu[I_A(t_r)]$  ;
2. calcolare i parametri del modello geomorfoclimatico  $C_f$  e  $t_r$ ;
3. calcolare il coefficiente di riduzione areale  $K_A(t_r)$ .

La legge di probabilità pluviometrica areale consente di conoscere come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia  $\mu[h_A(d)]$  in funzione della durata  $K_A(t_r)$  e dell'area del bacino  $A$ .

Nota la legge  $\mu[h_A(d)]$ , è possibile definire la media dei massimi annuali dell'intensità di pioggia areale come

$$\mu[I_A(d)] = \frac{\mu[h_A(d)]}{d}$$

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

$$\mu[h_A(d)] = K_A(d) \cdot \mu[h(d)]$$

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

---

Per definire la  $m \mu[h_A(d)]$  risulta dunque necessario definire la legge di probabilità pluviometrica  $\mu[h(d)]$  e calcolare il coefficiente di riduzione areale  $K_A(d)$ .

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

$$\mu[I(d)] = \frac{I_0}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C+Dz}}$$

in cui  $I_0$  rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per  $d$  che tende a 0. Nel Rapporto VAPI Campania i parametri della suddetta legge sono stati determinati, per aree ritenute omogenee dal punto di vista pluviometrico, attraverso una procedura di stima regionale utilizzando i dati di 44 stazioni pluviografiche con più di 10 anni di osservazioni, ed in particolare:

- i massimi annuali delle altezze di pioggia in intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore;
- le altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il SIMN non certifica come massimi annuali.

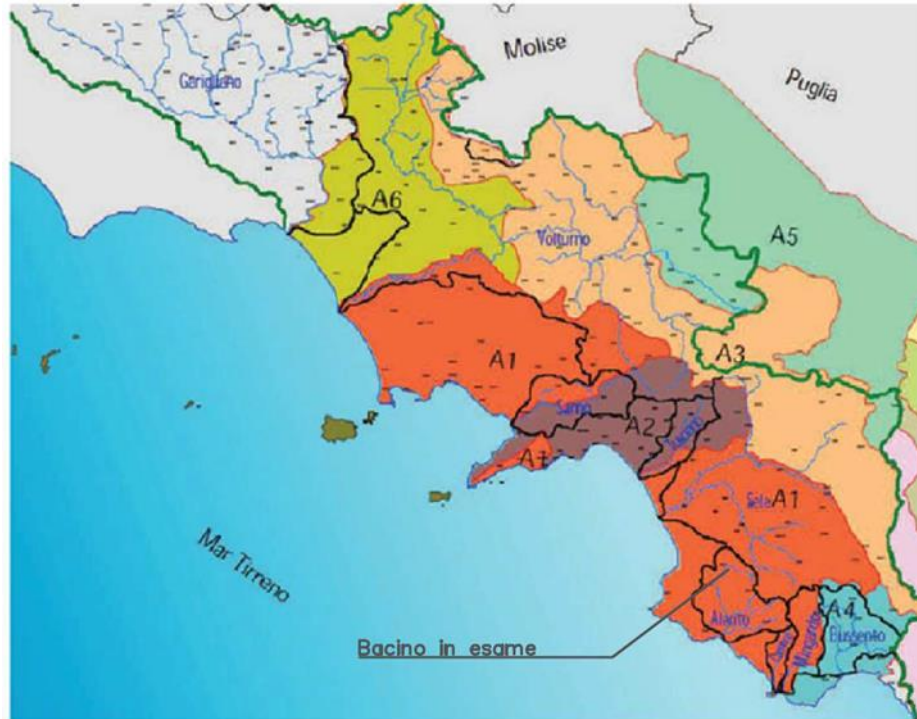
Localmente, qualora si disponga di un sufficiente numero di stazioni pluviografiche ricadenti all'interno del bacino o ad esso limitrofe, la legge di probabilità pluviometrica può essere determinata con una ancora maggiore attendibilità effettuando una stima dei parametri in base ai dati di pioggia disponibili.

In tal caso, laddove dovessero mancare dati di pioggia relativi ad eventi di notevole intensità e breve durata, si può fare riferimento ad una legge di probabilità pluviometrica di tipo monomio:

$$\mu[h(d)] = ad^n$$

che consente di interpolare bene i dati per durate maggiori o uguali ad 1 ora, ed i cui parametri  $a$  ed  $n$  possono essere stimati più semplicemente con una regressione di tipo logaritmica.

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**



**Tabella aree pluviometriche omogenee (VA.PI.)**

Area omogenea	n. stazioni	$\mu(l_0)$ (mm/ora)	$d_c$ (ore)	C	$D \cdot 10^5$	$\rho^2$
A1	14	77.08	0.3661	0.7995	3.6077	0.9994
A2	12	83.8	0.3312	0.7031	7.7381	0.9991
A3	5	117	0.0976	0.736	8.73	0.998
A4	3	78.6	0.3846	0.81	24.874	0.993
A5	6	232	0.0508	0.8351	10.8	0.9993
A6	4	87.9	0.2205	0.7265	8.8476	0.9969

Il fattore di riduzione areale viene ritenuto costante al variare del periodo di ritorno, e pari a:

$$K_A(d) = 1 - (1 - \exp(-C_1 A) \exp(-C_2 d^{C_3}))$$

con i seguenti parametri del modello geomorfoclimatico:

A = area del bacino, in km<sup>2</sup>;

$C_1 = 0.0021$ ;

$C_2 = 0.53$ ;

$C_3 = 0.25$ ;

Nel Rapporto VAPI Campania è stato mostrato che, dal punto di vista della

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

permeabilità dei litotipi affioranti, durante i fenomeni di piena si possono essenzialmente individuare due complessi idrogeologici: il primo, ad alta permeabilità, comprende tutte le rocce carbonatiche intensamente fratturate; nel secondo vengono compresi tutti gli altri litotipi, a cui si attribuisce mediamente una permeabilità nettamente minore che per le rocce carbonatiche del primo tipo. Sempre ai fini dei deflussi di piena, è stato mostrato inoltre che una certa influenza viene esercitata anche dalla presenza di copertura boschiva, essenzialmente in funzione del tipo di permeabilità del terreno interessato.

La metodologia proposta dal VAPI Campania per la valutazione dei parametri del modello geomorfoclimatico, e cioè del coefficiente di deflusso  $C_f$  e del tempo di ritardo del bacino  $t_r$ , assume dunque alla base la suddivisione di ogni bacino in tre complessi omogenei dal punto di vista idrogeologico:

- le aree permeabili con copertura boschiva, indicate con A3;
- le aree permeabili senza copertura boschiva, indicate con A1;
- le aree a bassa permeabilità, indicate con A2.

Dato il significato del coefficiente di deflusso, l'ipotesi più semplice per la sua stima consiste nell'assumere che esista un valore di  $C_f$  per ogni singolo complesso omogeneo e nel considerare il valore globale come la media pesata di tali valori caratteristici:

$$C_f = C_{f1} \frac{A_1}{A} + C_{f2} \frac{A_2}{A} + C_{f3} \frac{A_3}{A}$$

Nel Rapporto VAPI Campania sono stati stimati i seguenti valori:

$C_{f1}$  = coefficiente di afflusso dell'area permeabile senza bosco = 0.42;

$C_{f2}$  = coefficiente di afflusso dell'area impermeabile = 0.56;

$C_{f3}$  = coefficiente di afflusso dell'area permeabile con bosco = 0.00.

Nel caso di bacini eterogenei dal punto di vista idrogeologico, il tempo di ritardo può essere calcolato come media pesata del ritardo medio di ognuno dei complessi, ed in particolare, avendo attribuito valore nullo al coefficiente di deflusso delle aree permeabili con copertura boschiva:

$$\mu(Q) = \frac{C_{f1} A_1}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_1}}{3.6 c_1} + \frac{C_{f2} A_2}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_2}}{3.6 c_2}$$

Nella precedente risultano (dalle stime effettuate nel Rapporto VAPI Campania):

$c_1$  = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree permeabili senza bosco = 0.23 m/s;

$c_2$  = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree impermeabili = 1.87 m/s.

Data la legge di probabilità pluviometrica areale e calcolati i parametri  $C_f$  e  $t_r$ , la piena media annua viene calcolata, come detto precedentemente, con la relazione:

$$\mu(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot \mu[I_A(t_r)] \cdot A}{3.6}$$



**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

Nella precedente il coefficiente di attenuazione del colmo di piena dipende in maniera complessa dalla forma della legge di probabilità pluviometrica e dalla risposta della rete idrografica e consente di tenere conto, tra l'altro, dell'errore che si commette nell'assumere che la durata critica del bacino, e cioè la durata della pioggia che causa il massimo annuale del colmo di piena, sia pari al tempo di ritardo  $t_r$  del bacino stesso. Esso può essere valutato, in prima approssimazione, come:

$$q = \begin{cases} 0.60 & \text{se } 0.25 \leq 1 + k_1 \cdot A - \frac{\beta \cdot t_r/d_c}{1 + t_r/d_c} \leq 0.45 \\ 0.65 & \text{se } 0.45 \leq 1 + k_1 \cdot A - \frac{\beta \cdot t_r/d_c}{1 + t_r/d_c} \leq 0.65 \end{cases}$$

in cui:

$\beta = (C - D \cdot z)$  e  $d_c$  sono i parametri della legge di probabilità pluviometrica;

$k_1$  è un coefficiente numerico pari a  $1.44 \cdot 10^{-4}$  se l'area  $A$  è espressa in kmq e il tempo di ritardo  $t_r$  in ore.

Per quanto riguarda l'uso del suolo, si è fatto riferimento alla mappatura del progetto Corine Land Cover sovrapposta ad ortofoto. Per la valutazione della permeabilità, si è invece fatto riferimento alla "Carta delle permeabilità" della ex Autorità di Bacino Sinistra Sele" e riportata in allegato alla presente relazione.

LEGENDA CORINE LAND COVER	
<b>A112</b>	tessuto urbano discontinuo
<b>A221</b>	vigneti
<b>A222</b>	frutteti
<b>A223</b>	oliveti
<b>A231</b>	prati stabili
<b>A241</b>	colture temporanee associate a colture permanenti
<b>A242</b>	sistemi culturali complessi
<b>A243</b>	<b>boschi, cespuglieti</b>
<b>A311</b>	<b>boschi di latifoglie</b>
<b>A312</b>	<b>boschi di conifere</b>
<b>A321</b>	pascolo naturale
<b>A324</b>	<b>boschi e arbusti in evoluzione</b>
<b>A331</b>	spiagge, dune
<b>A333</b>	aree con vegetazione rada

**Codici uso del suolo in Corine Land Cover**

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini principali, alla sezione di chiusura, e il calcolo della portata di piena a diversi periodi di ritorno. Per i bacini secondari, ovvero per i sottobacini dei bacini principali ovvero i bacini minori o simili per caratteristiche ad altri attigui, si sono assunti gli stessi coefficienti idrometrici del bacino di riferimento.

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

Bacino	BD1	BD3	BD3-I	BD3-II	BD5	BD5a	BD6	BD6-I	BD6-A	BD6-A-I	BD7-I	BD7-II	BD8	PD-I	PD-I-A	Toricelli	Rungi
Atot [kmq]	1.014	0.499	0.221	0.123	0.804	0.317	0.214	0.031	0.342	0.038	0.096	0.012	0.145	0.186	0.061	2.025	1.747
A1 [kmq]	0.028	0.280			0.111		0.133		0.212		0.060	0.008	0.041	0.092		0.830	0.804
A2 [kmq]	0.948	0.213			0.686		0.081		0.130		0.037	0.005	0.104	0.094		1.154	0.716
A3 [kmq]	0.038	0.006			0.007		0.000		0.000		0.000	0.000	0.000	0.000		0.041	0.227
Cf	0.54	0.47			0.54		0.47		0.47		0.47	0.47	0.52	0.49		0.49	0.42
tr [ore]	0.18	0.44			0.19		0.33		0.41		0.22	0.08	0.12	0.23		0.61	0.70
m [h(tr)] [mm]	10.17	18.01			10.56		15.09		17.40		11.61	5.14	7.16	11.86		21.48	22.99
Ka (tr)	1.00	1.00			1.00		1.00		1.00		1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00
m [hA(tr)] [mm]	11.98	17.02			10.66		13.93				7.17	7.17	7.17	11.86		21.42	22.94
m [IA(tr)] [mm/ora]	52.05	42.75			54.73		48.40				61.83	61.83	61.83	52.42		35.02	32.60
q	0.65	0.65			0.65		0.65				0.65	0.65	0.65	0.65		0.65	0.65
m (Q) [mc/s]	8.13	1.50			4.39		0.69				0.84	0.84	0.84	0.86		6.29	4.35
Q20 [mc/s]	16.43	3.04	1.63	0.91	8.87	3.40	1.39	0.26	3.25	0.32	0.07	0.61	1.71	1.74	0.57	12.71	8.78
Q50 [mc/s]	21.23	3.93	2.11	1.18	11.46	4.39	1.79	0.33	4.20	0.41	0.09	0.78	2.21	2.25	0.74	16.42	11.35
Q100 [mc/s]	24.97	4.62	2.48	1.38	13.48	5.16	2.11	0.39	4.94	0.48	0.11	0.92	2.59	2.65	0.87	19.32	13.35
Q200 [mc/s]	28.71	5.31	2.85	1.59	15.50	5.93	2.42	0.45	5.67	0.56	0.13	1.06	2.98	3.04	1.00	22.21	15.35
u20 (mc/s/ha)	0.10	0.07	0.07	0.07	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.12	0.12	0.12	0.09	0.09	0.06	0.05
u50 (mc/s/ha)	0.13	0.10	0.10	0.10	0.14	0.14	0.11	0.11	0.11	0.11	0.15	0.15	0.15	0.12	0.12	0.08	0.06
u100 (mc/s/ha)	0.15	0.11	0.11	0.11	0.16	0.16	0.13	0.13	0.13	0.13	0.18	0.18	0.18	0.14	0.14	0.10	0.08
u200 (mc/s/ha)	0.18	0.13	0.13	0.13	0.19	0.19	0.15	0.15	0.15	0.15	0.21	0.21	0.21	0.16	0.16	0.11	0.09

### **Adeguamento dei canali con sbocco nel Badolato**

#### *Adeguamento sezione idraulica*

È stata condotta una campagna di rilievi che ha interessato tutti i canali con confluenza all'interno del Badolato. La progettazione della nuova sezione idraulica per i canali, è stata condotta basandosi sulle prescrizioni della ex Autorità di Bacino Campania Sud (AdB), oggi confluita nella Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale, ovvero:

- portata di progetto con periodo di ritorno  $T=200$  anni
- franco di sicurezza minimo pari al maggiore tra il franco di 0,50 m e la metà dell'altezza cinetica ( $1/2 \times v^2/2g$ )

I bacini sono stati idealmente suddivisi in due parti, ovvero la parte a monte della s.p. 433 Salicuneta, e la parte a valle. Si è fatto riferimento alla sezione maggiormente sollecitata, ovvero la sezione di chiusura dei vari bacini. Dai profili longitudinali dei canali, si sono prese a riferimento una pendenza media per la parte a monte della Salicuneta e per quella a valle (cfr. elab. E1.9/a, E1.9/b, E1.9/c).

Si sono presi a riferimento i tratti a pendenza minima, costruendo la scala di deflusso in moto uniforme assumendo un coefficiente di scabrezza di Manning pari a  $0.03 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}^1$ , corrispondente ad un valore del parametro di conducibilità di Strickler pari a circa  $33 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  (canali in terra).

Per prima cosa si è verificato il fabbisogno di ampliamento della sezione di deflusso in quanto non in grado di permettere il deflusso della portata duecentennale rispettando i franchi sopra indicati. Nella tabella sottostante, imponendo il rispetto dei franchi, è stata calcolata la massima portata defluente in condizioni di sicurezza nei canali che risulta essere sempre inferiore a quella duecentennale, da ciò deriva la necessità tecnica dell'intervento.

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

Bacino	Caratteristica canale - Stato di fatto						Calcolo idraulico - Stato di fatto								
	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	B [m]	b [m]	h [m]	i [-]	Ks [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	B [m]	H [m]	A [m <sup>2</sup> ]	L [m]	C [m]	R [m]	Q [m <sup>3</sup> /s]	V [m/s]	0.5hcin [m]
BD1	28.71	3.5	2	1	0.0415	33	2.75	0.5	1.19	0.63	3.25	0.37	4.08	3.44	0.30
BD3	5.31	1.5	0.7	0.8	0.0175	33	1.00	0.3	0.26	0.34	1.37	0.19	0.36	1.42	0.05
BD3-I	2.85	2	1.2	1.2	0.0175	33	1.67	0.7	1.00	0.74	2.68	0.37	2.28	2.27	0.13
BD3-II	1.59	2	1	1.6	0.0026	33	1.69	1.1	1.48	1.15	3.30	0.45	1.45	0.98	0.02
BD5	15.50	4	2	1.7	0.0338	33	3.29	1.1	2.91	1.28	4.55	0.64	13.11	4.50	0.52
BD5a	5.93	2	1	1.4	0.0675	33	1.61	0.85	1.11	0.90	2.81	0.39	5.11	4.62	0.54
BD6	2.42	2	1	1	0.0349	33	1.50	0.5	0.63	0.56	2.12	0.30	1.71	2.73	0.19
BD6-I	0.45	0.771	0.77	0.33	0.0175	33	0.77	0.33	0.25	0.33	1.43	0.18	0.35	1.38	0.05
BD6-A	5.67	3	0.6	1.6	0.0315	33	2.25	1.1	1.57	1.38	3.35	0.47	5.53	3.53	0.32
BD6-A-I	0.56	2.7	0.8	0.7	0.0629	33	1.34	0.2	0.21	0.34	1.47	0.15	0.49	2.29	0.13
BD7-I	0.13	1.4	0.7	0.6	0.0175	33	0.82	0.1	0.08	0.12	0.93	0.08	0.06	0.82	0.02
BD7-II	1.06	1.7	0.6	0.7	0.0087	33	0.91	0.2	0.15	0.25	1.11	0.14	0.12	0.82	0.02
BD8	2.98	3.5	1.1	1.2	0.0135	33	2.50	0.7	1.26	0.99	3.08	0.41	2.66	2.11	0.11
PD-I	3.04	2.5	1.4	1.2	0.0162	33	2.04	0.7	1.20	0.77	2.94	0.41	2.79	2.32	0.14
PD-I-A	1.00	2.3	1.2	0.8	0.0324	33	1.61	0.3	0.42	0.36	1.93	0.22	0.91	2.16	0.12

Per il dimensionamento dei canali, per venire in contro a ragioni di semplicità operativa nella operazioni di pulizia dei canali, si è imposta un'altezza massima dei canali di 1.5 m, si sono fissate quattro tipologie di sezioni tipo trapezoidali con inclinazione delle sponde di 3/2, con base minore (b) rispettivamente di 0.80 m; 1.50 m; 2.00 m; 5.50 m (solo per il vallone a cui compete il bacino imbrifero di maggiori dimensioni ossia BD1). I canali saranno rivestiti in terra, tranne che nei tratti immediatamente a valle delle briglie di consolidazione, dove verranno rivestite sia le sponde che il fondo del canale stesso con materassi reno.

Nella tabella seguente vengono riportate le verifiche idrauliche condotte sui canali in progetto. Nello specifico si riportano le dimensioni definite per i canali al fine di soddisfare alle prescrizioni della AdB, in particolare al valore del franco idraulico minimo richiesto. In aggiunta si riporta l'incremento di portata espressa in l/s che si determina tra la portata esistente nelle condizioni attuali rispetto a quello duecentennale.

Il franco di progetto risulta sempre superiore al massimo tra il franco di 0,50 m e la metà dell'altezza cinetica e il canale risulta essere adeguato idraulicamente ai sensi dell'art. 2 del DPR 14 aprile 1993.

Bacino	Caratteristica canale - Stato di Progetto						Calcolo idraulico									Verifica			
	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>50</sub> [m <sup>3</sup> /s]	B [m]	b [m]	h [m]	i [-]	Ks [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	B [m]	H [m]	A [m <sup>2</sup> ]	L [m]	C [m]	R [m]	Q [m <sup>3</sup> /s]	V [m/s]	0.5hcin [m]	Franco [m]	Franco min [m]	Δq [l/s]
BD1	28.71	4.08	10	5.5	1.5	0.0415	33	8.00	0.83	5.63	1.50	8.50	0.66	28.71	5.10	0.66	0.67	0.66	24627
BD3	5.31	0.36	6.5	2	1.5	0.0175	33	4.03	0.68	2.04	1.22	4.44	0.46	5.31	2.60	0.17	0.82	0.50	4946
BD3-I	2.85	2.28	5.1	1.5	1.2	0.0175	33	3.15	0.55	1.28	0.99	3.48	0.37	2.86	2.24	0.13	0.65	0.50	577
BD3-II	1.59	1.45	5.1	1.5	1.2	0.0026	33	3.50	0.67	1.67	1.20	3.90	0.43	1.59	0.95	0.02	0.53	0.50	135
BD5	15.50	13.11	6.5	2	1.5	0.0338	33	5.00	1.00	3.50	1.80	5.60	0.62	15.50	4.43	0.50	0.50	0.50	2385
BD5a	5.93	5.11	6.5	2	1.5	0.0675	33	3.49	0.50	1.37	0.90	3.79	0.36	5.93	4.34	0.48	1.00	0.50	820
BD6	2.42	1.71	5.1	1.5	1.2	0.0349	33	2.75	0.42	0.89	0.75	3.00	0.30	2.42	2.73	0.19	0.78	0.50	716
BD6-I	0.45	0.35	3.8	0.8	1	0.0175	33	1.60	0.27	0.32	0.48	1.76	0.18	0.45	1.40	0.05	0.73	0.50	95
BD6-A	5.67	5.53	5.1	1.5	1.2	0.0315	33	3.53	0.68	1.70	1.22	3.94	0.43	5.67	3.34	0.28	0.52	0.50	141
BD6-A-I	0.56	0.49	3.8	0.8	1	0.0629	33	1.43	0.21	0.24	0.38	1.56	0.15	0.56	2.35	0.14	0.79	0.50	65
BD7-I	0.13	0.06	3.8	0.8	1	0.0175	33	1.20	0.13	0.13	0.24	1.28	0.10	0.13	0.96	0.02	0.87	0.50	65
BD7-II	1.06	0.12	5.1	1.5	1.2	0.0087	33	2.66	0.39	0.81	0.70	2.90	0.28	1.06	1.31	0.04	0.81	0.50	934
BD8	2.98	2.66	5.1	1.5	1.2	0.0135	33	3.31	0.60	1.45	1.09	3.67	0.39	2.98	2.06	0.11	0.60	0.50	320
PD-I	3.04	2.79	5.1	1.5	1.2	0.0162	33	3.24	0.58	1.37	1.05	3.59	0.38	3.04	2.21	0.12	0.62	0.50	252
PD-I-A	1.00	0.91	5.1	1.5	1.2	0.0324	33	2.28	0.26	0.49	0.47	2.43	0.20	1.00	2.04	0.11	0.94	0.50	88

### Rettifica dei tratti di canale in erosione

La stima della capacità di trasporto del materiale d'alveo del generico tratto del generico canale, ovvero la verifica se il tratto in esame risulta o meno in erosione, è stata condotta con la teoria di Shields, sulla base delle dimensioni delle sezioni previste ad adeguamento avvenuto.

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

La teoria di Shields si basa sull'ipotesi che il passaggio dalla quiete al moto di una particella sia determinato dal prevalere della spinta idrodinamica, funzione della velocità media locale, dalla forma e dal numero di Reynolds della particella, sulla forza di primo distacco, funzione del peso della particella al netto della spinta di Archimede e dalla forma. In particolare si suppone che la resistenza al moto della particella sia proporzionale al suo peso immerso e dunque al valore:

$$(\gamma_s - \gamma) \cdot d_s^3$$

in cui:

- $\gamma_s$  e  $\gamma$  sono, rispettivamente, il peso specifico del materiale solido e dell'acqua;
- $d_s$  è il diametro del solido;

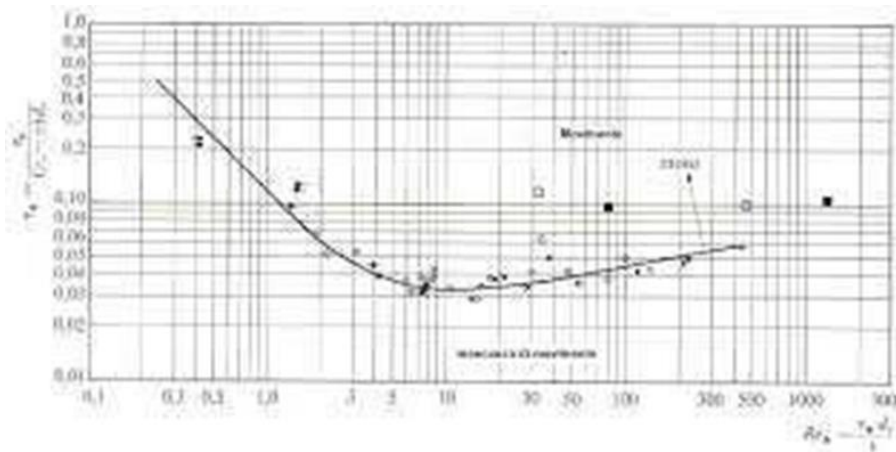
e che la forza di trascinamento al fondo in condizioni di moto incipiente sia:

$$C_R \tau_{cr} d_s^2$$

dove:

- $\tau_{cr}$  rappresenta il valore di tensione tangenziale critico;
- $C_R$  è un coefficiente funzione di un numero tipo Reynolds  $Re_* = \frac{V_* d_s}{\nu}$  costituito con le grandezze del moto attorno alla particella solida:
  - la velocità di attrito  $V_* = \sqrt{\tau_0 / \rho} = \sqrt{g Ri}$ ;
  - il diametro del granulo  $d_s$ ;
  - la viscosità cinematica del fluido  $\nu$ .

Shields attraverso numerose esperienze è pervenuto ad un diagramma che lega il parametro di stabilità:  $\tau_* = \frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) d_s} = \frac{Ri}{D d_s}$  con  $D$  al numero di Reynolds anzidetto.



**Abaco di Shields**

Al di sopra della curva indicata nel diagramma si hanno condizioni di moto del solido. La curva indicante il moto incipiente è stata approssimata con una spezzata rispondente alla relazione:

$$\tau_* = m Re_*^n$$

in cui  $m$  ed  $n$  assumono differenti valori in funzione dell'intervallo di numero di Reynolds in cui si ricade. Nel caso specifico  $m$  ed  $n$  assumono rispettivamente valori pari a 0,055 e 0. La curva interpolante mostra un primo tratto rettilineo per  $Re_* < 2$ , un tratto che

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

presenta un minimo ( $Re^*=10$ ), ed un secondo tratto rettilineo e debolmente crescente. Per valori di  $Re^*>200$  (normalmente raggiunti nei corsi d'acqua naturali) si assume per  $\tau_*$  un valore costante uguale a 0,057.

Il calcolo delle caratteristiche della corrente è stato condotto in moto uniforme con la nota formula di Gaukler Strikler:

$$Q = \sigma K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

In cui:

- Q è la portata di moto uniforme posta pari, nel caso specifico, alla portata con periodo di ritorno di 20 anni (portata di modellamento) riferita alla sezione terminale del generico tratto di canale;
- i la pendenza d'alveo media massima del tratto di torrente in esame;
- $\sigma$  è la sezione bagnata;
- R il raggio idraulico;
- $k_s$  è il coefficiente di Gaukler Strikler.

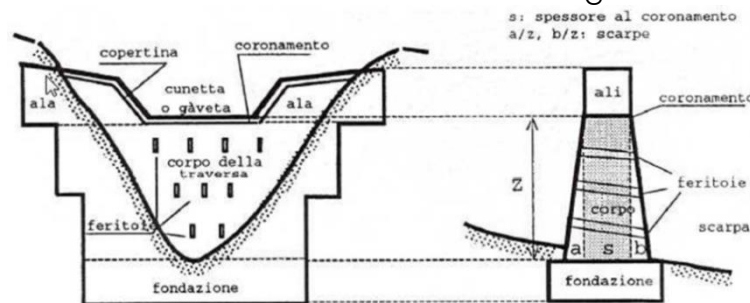
Canale	Atot [ha]	u20(mc/s/ha)	Q20 (mc/s)
BD1	101.37	0.10	16.43
BD3	49.88	0.07	3.04
BD3-I	22.06	0.07	1.63
BD3-II	12.30	0.07	0.91
BD5	80.44	0.11	8.87
BD5a	31.74	0.11	3.40
BD6	21.36	0.08	1.39
BD6-I	3.05	0.08	0.26
BD6-A	34.15	0.08	3.25
BD6-A-I	3.80	0.08	0.32
BD7-I	9.62	0.12	0.07
BD7-II	1.21	0.12	0.61
BD8	14.50	0.12	1.71
PD-I	18.56	0.09	1.74
PD-I-A	6.08	0.09	0.57

Si riporta il calcolo nella tabella seguente, avendo indicato con  $\theta$  l'indice di Shields:  $\theta = Ri/(Dd_{84})$ , con  $D = (\gamma_s - \gamma)/\gamma$ , ove  $\gamma$  è il peso specifico del liquido.

calcolo dell'indice di shields $\theta$ (dim. di progetto min)															
	BD1	BD3	BD3I	BD3II	BD5	BD5a	BD6	BD6-I	BD6A	BD6AI	BD7I	BD7II	BD8	PDI	PDI-A
briglie	si	si	no	no	si	si	no	no	no	no	no	no	no	si	no
Q20	16.43	3.04	1.63	0.91	8.87	3.40	1.39	0.26	3.25	0.32	0.07	0.61	1.71	1.74	0.57
d84	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191
i (pend.max)	0,123	0,087	0,052	0,017	0,105	0,087	0,087	0,083	0,052	0,123	0,105	0,123	0,052	0,105	0,123
R	0,402	0,250	0,226	0,181	0,315	0,264	0,186	0,100	0,307	0,101	0,050	0,136	0,231	0,198	0,110
$\gamma$	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00	1.31E+00
u*	0,696	0,463	0,341	0,176	0,570	0,476	0,400	0,285	0,397	0,349	0,227	0,405	0,345	0,452	0,364
Re*	101463.254	67537.110	49699.117	25668.270	83092.526	69402.391	58254.427	41604.051	57924.680	50854.471	33104.855	59011.671	50245.879	65877.829	53071.920
$\theta$	0,172	0,076	0,041	0,011	0,116	0,081	0,057	0,029	0,056	0,043	0,018	0,058	0,042	0,073	0,047
$\theta^*$	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

L'indice di Shields è nettamente superiore al valore limite  $\theta^* = 0,057$  per i torrenti BD1, BD3, BD5, BD5a e PDI, per i quali è quindi confermata l'erosione del fondo per l'elemento di dimensione  $d_{84} = 0,191$  m, ricavato dalla curva granulometrica riportata nello "Studio geologico e di compatibilità idrogeomorfologica" (elab. C1) e per tutti quelli di diametro inferiore, conseguentemente si rende necessario l'uso di briglie.



**Caratteristiche costruttive di una briglia**

Le briglie verranno posizionate nella parte alta dei torrenti, lì dove le pendenze sono maggiori. Risulta evidente che al tratto di torrente interessato dalla sistemazione con briglie, corrisponde solo una quota parte del bacino imbrifero complessivo utilizzato per il dimensionamento della sezione idraulica.

### *Determinazione della pendenza di compensazione*

Tutti i metodi utilizzati per il calcolo della pendenza di compensazione fanno riferimento alla condizione di equilibrio limite del materiale costituente il fondo del tratto di alveo da consolidare, definito da una pendenza originaria  $i = \text{tg}(\alpha)$  e da una forma di sezione e scabrezza del contorno (definita ad esempio dall'indice  $n$  di Manning) "mediamente" costanti lungo il tratto in esame.

Si considera un elemento di materiale solido (un ciottolo) che sia ritenuto caratteristico nel tratto da consolidare, individuato nel modo più semplice mediante una serie di sopralluoghi, come quello presente con la maggior frequenza nel letto. In questa sede a vantaggio di sicurezza si assume il  $d_{84}$  (101 mm) così come scaturito dall'analisi granulometrica riportata nello "Studio geologico e di compatibilità idrogeomorfologica" (elab. C1).

La pendenza di compensazione  $i_c$  viene calcolata risolvendo il sistema costituito dalle due equazioni:

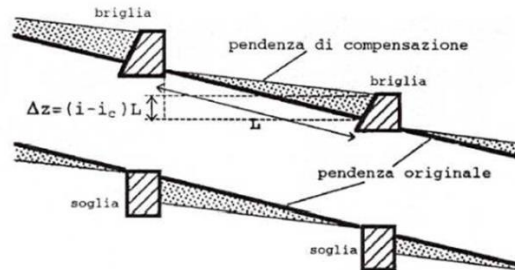
$$\theta = Ri_c / (Dd_{84}) = 0.057$$

$$Q = \sigma K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

dove  $Q$  è la "portata di modellamento" assunto pari alla portata con periodo di ritorno  $T = 20$  anni.

Dalla conoscenza della pendenza di compensazione  $i_c$  e della pendenza originale  $i$  è possibile ricavare il valore  $Dz$  dell'innalzamento del fondo che è necessario realizzare mediante la sistemazione a gradinata del tratto di alveo di lunghezza  $L$  (cfr. figura. seguente). L'altezza complessiva delle briglie sarà proprio  $Dz = (i - i_c) L$

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**



**Calcolo distanza tra due briglie successive**

Nella tabella seguente sono sintetizzati i risultati ottenuti. Nello specifico sono necessarie un totale di 75 briglie, di altezza pari ad 1.00 m così distribuite:

- canale BD1 = 20 briglie nei primi 500 m;
- canale BD3 = 14 briglie nei primi 600 m;
- canale BD5 = 25 briglie nei primi 400 m;
- canale BD5a = 9 briglie nei primi 300 m;
- canale PD1 = 7 briglie nei primi 300 m;

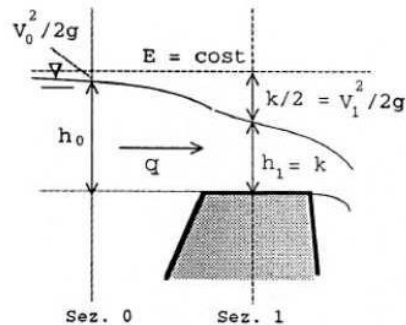
	Q20 (mc/s)	B (m)	b (m)	H (m)	ang. scarpa	h	A (mq)	c (ml)	R (ml)	Δ	∇°	d84	k1	k2	k1-k2	imax	imax-ic	k/imax	Briglie	tconsol.	Δz	Zbriglia	n.briglie	
BD6-I	0,26	3,8	0,8	1	0,983	0,097	0,092	1,151	0,080	1,5	0,057	0,191	0,204	0,205	-0,001	0,083	-0,122	2,468	no	20	0	1	0	
BD6AI	0,32	3,8	0,8	1	0,983	0,115	0,112	1,215	0,092	1,5	0,057	0,191	0,177	0,177	0,000	0,123	-0,054	1,444	no	160	0	1	0	
BD7I	0,07	3,8	0,8	1	0,983	0,036	0,031	0,929	0,033	1,5	0,057	0,191	0,497	0,497	0,000	0,105	-0,392	4,732	no	100	0	1	0	
BD3I	1,63	5,1	1,5	1,2	0,983	0,265	0,503	2,455	0,205	1,5	0,057	0,191	0,080	0,080	-0,001	0,052	-0,028	1,535	no	120	0	1	0	
BD3II	0,70	5,1	1,5	1,2	0,983	0,139	0,237	2,000	0,119	1,5	0,057	0,191	0,138	0,138	0,000	0,017	-0,121	7,920	no	235	0	1	0	
BD6	1,39	5,1	1,5	1,2	0,983	0,235	0,435	2,347	0,185	1,5	0,057	0,191	0,088	0,088	0,000	0,087	-0,001	1,008	no	240	0	1	0	
BD6A	3,25	5,1	1,5	1,2	0,983	0,435	0,937	3,069	0,305	1,5	0,057	0,191	0,054	0,054	0,000	0,052	-0,001	1,025	no	180	0	1	0	
BD7II	0,61	5,1	1,5	1,2	0,983	0,124	0,208	1,946	0,107	1,5	0,057	0,191	0,152	0,152	0,000	0,123	-0,030	1,241	no	60	0	1	0	
BD8	1,71	5,1	1,5	1,2	0,983	0,274	0,524	2,489	0,211	1,5	0,057	0,191	0,078	0,078	0,000	0,052	-0,025	1,481	no	80	0	1	0	
PD1	1,74	5,1	1,5	1,2	0,983	0,278	0,534	2,504	0,213	1,5	0,057	0,191	0,077	0,077	0,000	0,105	0,028	0,729	si	280	7,960,765	1	7	
PD1-A	0,57	5,1	1,5	1,2	0,983	0,118	0,198	1,925	0,103	1,5	0,057	0,191	0,159	0,159	0,000	0,123	-0,036	1,294	no	320	0	1	0	
BD1	10,30	6,5	2	1,5	0,983	0,839	2,736	5,027	0,544	1,5	0,057	0,191	0,030	0,029	0,001	0,070	0,041	0,418	si	500	2,035,712	1	20	
BD3	3,04	6,5	2	1,5	0,983	0,353	0,893	3,273	0,273	1,5	0,057	0,191	0,060	0,060	0,000	0,087	0,027	0,687	si	620	14,9	1	14	
BD5	5,47	6,5	2	1,5	0,983	0,543	1,527	3,957	0,386	1,5	0,057	0,191	0,042	0,042	0,000	0,105	0,063	0,399	si	400	2,527,182	1	25	
BD5a	3,40	6,5	2	1,5	0,983	0,382	0,983	3,378	0,291	1,5	0,057	0,191	0,056	0,057	-0,001	0,087	0,031	0,649	si	294	9,026,197	1	9	
																							TOF	75

**Calcolo dell'altezza della gaveta**

L'altezza della gaveta delle briglie da realizzare lungo i torrenti presi in esame nell'ambito del presente progetto esecutivo è stata dimensionata in modo tale che essa riuscisse a contenere la portata defluente lungo di essi con un periodo di ritorno T pari a 100 anni.

Tanne che per opere di dimensione molto modesta, la larghezza al coronamento e sempre sufficiente perché su di essa, in assenza di rigurgito, si realizzi l'altezza critica k. Potendo trascurare le perdite continue per la brevità del tratto e localizzate, essendo la corrente accelerata, si può ammettere la costanza del carico totale tra la sezione 0 a monte e quella 1 critica:

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**



**Schema idraulico per il calcolo dell'altezza della gaveta**

Riferendo il carico alla quota del coronamento si può scrivere:

$$h_0 + \frac{v_0^2}{2g} = k + \frac{v_1^2}{2g}$$

Prima dell'interramento il tirante a monte è dato da  $h_0 + Z$ , essendo  $Z$  l'altezza della briglia. Con questo tirante l'altezza cinetica di monte è in genere trascurabile e si può scrivere:

$$k = \frac{2}{3}h_0 = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

avendo considerato la sezione rettangolare di larghezza  $L^*$  e quindi  $q=Q/L^*$ :

$$h_0 = 0.7q^{2/3}$$

Essendo  $q$  un dato di progetto, con  $L^*$  larghezza di cunetta equivalente ( $L^* = L + 2\Delta L$ ), dalla relazioni precedenti si ottiene direttamente  $h_0$ , cioè la profondità della cunetta.

Le briglie verranno posizionate nella parte alta dei vari canali, lì dove le pendenze di fondo risultano maggiori. Conseguentemente, il bacino sotteso dal tratto da consolidare risulta una minima parte del bacino totale.

Ai fini del calcolo, si è proceduto a considerare come bacino imbrifero quello sotteso dalla prima briglia di consolidazione partendo da valle.

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati ottenuti, da cui risulta come l'altezza della gaveta ( $h$ ) sia sempre inferiore all'altezza di progetto ( $H$ ).

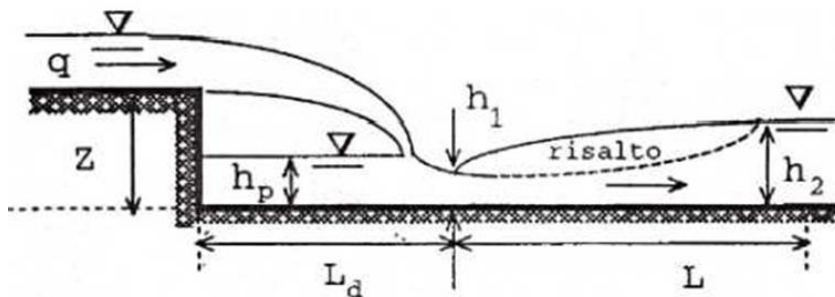
<b>calcolo gaveta (ip. Altezza critica sulla soglia)</b>					
	<b>BD1</b>	<b>BD3</b>	<b>BD5</b>	<b>BD5a</b>	<b>PD I</b>
B	6,50	6,50	6,50	6,50	5,10
H	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20
b	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50
Sup (ha)	50,68	16,28	25,59	15,87	6,24
u100 (mc/s/ha)	0,15	0,11	0,16	0,16	0,14
Q*100 (mc/s)	7,82	1,83	4,16	2,58	0,89
L* (m)	2,90	2,39	2,63	2,48	1,79
lgaveta (m)	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50
h (m)	1,36	0,59	0,95	0,72	0,44
hgaveta (m)	1,36	0,59	0,95	0,72	0,44
hg-h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

*Dimensionamento del bacino di dissipazione a valle briglia*

Le vasche di dissipazione sono costituite da una platea che termina con una soglia sfiorante. La platea può essere a fondo piatto orizzontale o leggermente in contropendenza oppure essere dotata di elementi dissipatori posizionati sia nella sezione d'ingresso che in sezioni intermedie. Tali vasche hanno il compito di dissipare l'energia immagazzinata dalla corrente, che giunge in condizioni di corrente veloce. Si è scelto di utilizzare un bacino dissipazione costituito da uno "sfioratore a salto diretto" (straight drop spillway) (cfr. fig. seguente)



schema del funzionamento idraulico di un salto diretto

Il comportamento idraulico della corrente a valle del salto, può essere definito in funzione del numero di salto (drop number):

$$D = \frac{q^2}{g \cdot Z^3}$$

essendo  $q$  la portata per unità di larghezza sulla sommità del salto di altezza  $Z$ .

In base ai risultati di misure sperimentali Rand propose, per la determinazione della grandezze  $h_p$ ,  $L_d$ ,  $h_1$  e  $h_2$  (queste ultime sono le altezze coniugate nel risalto, che è libero) alcune relazioni empiriche ricavate dai risultati di prove di laboratorio. Le grandezze citate sono funzione di un parametro adimensionale, che Rand chiama drop number  $D$ , dato dal cubo del rapporto tra l'altezza critica sulla soglia  $k$  e l'altezza della soglia  $Z$ :  $D=(k/Z)^3$ .

Rand (1955) ha trovato le seguenti relazioni, verificate sperimentalmente dalle prove da lui effettuate e da quelle fatte da altri (Moore, 1943):

$$L_d = Z \times 4.30 \times D^{0.270}$$

$$h_d = Z \times D^{0.220}$$

$$h_1 = Z \times 0.54 \times D^{0.425}$$

$$h_2 = Z \times 1.66 \times D^{0.270}$$

Affinché il risalto risulti completamente sviluppato, si ritiene sufficiente una distanza  $L$  pari a:  $L= 6(h_2-h_1)$ ; mentre affinché risulti sommerso, la distanza  $L$  è ridotta a  $L= 3(h_2-h_1)$

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

<b>CALCOLO LUNGHEZZA BACINO DI DISSIPAZIONE A VALLE DELLE BRIGLIE</b>					
	BD1	BD3	BD5	BD5a	PD I
Q*100 (mc/s)	7,82	1,83	4,16	2,58	0,89
L* (m)	2,90	2,39	2,63	2,48	1,79
D (dropnumber)	0,74	0,06	0,26	0,11	0,03
Ld (m)	3,97	2,01	2,97	2,37	1,59
h1 (m)	0,48	0,16	0,30	0,21	0,11
h2 (m)	1,53	0,78	1,15	0,92	0,61
hp (m)	0,94	0,54	0,74	0,62	0,44
Z (salto)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
q (mc/s/m)	2,70	0,77	1,58	1,04	0,50
L (m)	3,17	1,84	2,54	2,11	1,50
L+Ld	<b>7,14</b>	<b>3,85</b>	<b>5,51</b>	<b>4,49</b>	<b>3,10</b>
k (m)	1,36	0,59	0,95	0,72	0,44

Si assume una lunghezza per la vasca di dissipazione pari ad 8 m per i canali BD1 e BD5, mentre per i canali BD3, BD5a e PDI sarà di 4 m.

### *Verifica del sifonamento delle briglie*

Occorre effettuare la verifica a sifonamento dal momento che l'esistenza della differenza di quota tra il pelo libero di monte e di valle della briglia, produce un moto di filtrazione attraverso il mezzo poroso costituito dal sedimento depositato a ridosso dell'opera e dal terreno di fondazione dell'opera.

Tale verifica è stata effettuata con la formula di Bligh-Lane, individuando il percorso dell'acqua ritenuto critico, rappresentato dal contorno dell'opera inserito nel mezzo poroso, il cui sviluppo, adeguatamente pesato nei suoi tratti, deve essere multiplo del dislivello  $\Delta H$  tra monte e valle di un fattore di sicurezza dipendente dal terreno di imposta. Per tener conto della maggiore resistenza che l'acqua incontra lungo i percorsi verticali rispetto a quelli orizzontali, la lunghezza di questi ultimi viene moltiplicata per un fattore di riduzione pari a 1/3.

Il percorso quindi parte dal profilo verticale di monte della briglia fino al profilo verticale di valle della controbriglia, percorrendo tutta la platea. Qualora sia presente solo la platea, termina invece con il profilo verticale della platea stessa.

$$F = [\sum z + \sum L/3] / \Delta H > c$$

$\Delta$  = differenza di carico monte/valle =  $Z+k-h_p$

$\sum z$  = somma dei percorsi verticali

$\sum L$  = somma dei percorsi orizzontali

$c$  = fattore di sicurezza dipendente dal tipo di terreno interessato (vedi tabella seguente)

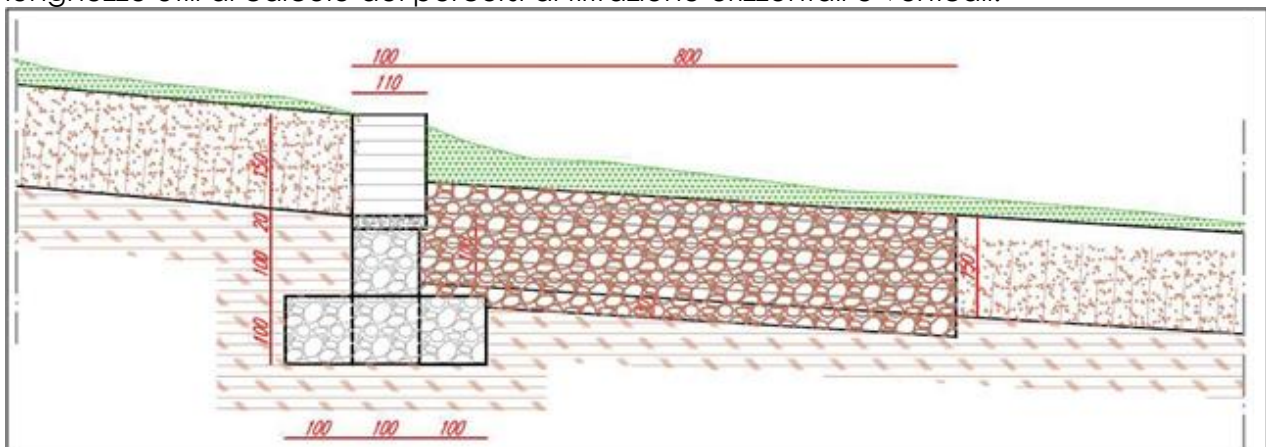
**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

Natura del terreno	c
Fanghi e limi	20
Limi e sabbia molto fine	18
Sabbia fine	15
Sabbia media	12
Sabbia grossa	10
Ghiaia da fine a grossa	9÷4
Argilla molto compatta o dura	6÷3

**Coefficiente "c" di Bligh-Lane**

Come riportato nello "Studio geologico e di compatibilità idrogeomorfologica" (elab. C1), i canali sono costituiti in prevalenza da "materiale ciottoloso", conseguentemente si assume un fattore di sicurezza:  $c = 4$ .

Nella figura successiva la sezione della briglia tipo in progetto, con l'indicazione delle lunghezze utili al calcolo dei percorsi di filtrazione orizzontali e verticali.



Sezione tipo briglia

	VERIFICA AL SIFONAMENTO				
	BD1	BD3	BD5	BD5a	PD I
<b>Z (m)</b>	1	1	1	1	1
<b>k (m)</b>	1,36	0,59	0,95	0,72	0,44
<b>hp (m)</b>	0,94	0,54	0,74	0,62	0,44
$\Delta H$ (m)	1,42	1,05	1,21	1,10	0,99
$\Sigma L_v$ (m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
$\Sigma 1/3 L_o$	3,33	2,00	3,33	2,00	2,00
<b>F</b>	5,45	4,86	5,81	4,72	5,02

Per le varie briglie poste lungo i canali risulta sempre  $F > c$  dunque la verifica è soddisfatta.

*Verifica di stabilità delle briglie*

Per la verifica di stabilità delle briglie si rimanda alla "Relazione di calcolo e fascicolo strutturale - Gabbionate".

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

*Valutazione delle dimensioni del pietrame da posizionare a valle delle briglie*

Il pietrame da posizionare a valle delle briglie va dimensionato al fine di evitare o, per lo meno, ridurre i fenomeni di erosione localizzata derivanti dall'azione di scalzamento esercitata dalla corrente stramazante sulla briglia.

Ai fini del dimensionamento suddetto, si è considerata la formula di Schoklitsch (1932):

$$t + h_v = 4.75 \cdot \frac{y^{0.2} \cdot q^{0.57}}{d_{90}^{0.32}}$$

dove:

- $t$  = profondità, in metri, dell'escavazione sotto il piano dell'alveo preesistente;
- $h_v$  = altezza, in metri, dell'acqua nel torrente a valle;
- $y$  = altezza di caduta, in metri (dislivello tra i peli liquidi di monte e di valle);
- $q$  = portata specifica, in  $m^3/s \cdot m$  (portata per metro lineare di larghezza);
- $d_{90}$  = diametro, in millimetri, corrispondente al 90% del materiale posto nel bacino di dissipazione a valle della briglia.

Si è scelto di rivestire il fondo del canale a valle delle briglie con materassi reno di spessore pari a 30 cm, tranne che per il canale BDI, dove il fondo verrà rivestito con gabbioni dello spessore di 50 cm.

calcolo escavazione a piede briglia					
	BD1	BD3	BD5	BD5a	PD I
$h_v$ (m)	0,94	0,54	0,74	0,62	0,44
$y$ (m)	1,42	1,05	1,21	1,10	0,99
$q$ (mc/s/m)	2,70	0,77	1,58	1,04	0,50
$d_{90}$ (mm)	500,00	300,00	300,00	300,00	300,00
$t$ (m)	0,29	0,13	0,29	0,18	0,07

Con un'altezza  $h_v$  dell'acqua nel torrente a valle pari sempre superiore ai 50 cm, si ottiene una profondità di escavazione di circa 30 cm. Essa risulta compatibile con l'ipotesi progettuale poiché, data la forte portata, che tuttavia si verifica con un periodo di ritorno di 100 anni, si tollera la possibilità che il materasso reno possa subire delle deformazioni.

Si precisa che tale formulazione per il calcolo dell'escavazione al piede delle briglie, non tiene conto dell'effetto benefico della rete di contenimento a doppia torsione del pietrame costituente il materasso.

*Valutazioni sui tombini stradali della strada provinciale "Salicuneta"*

Il presente lotto del dell'intervento denominato "Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio)-interventi di manutenzione straordinaria del reticolo idraulico di bonifica" non comprende l'adeguamento della sezione idraulica dei tombini che attraversano la strada provinciale "Salicuneta" pèrevisti nell'ordinaria versione progettuale di cui la

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

presente ne rappresenta unicamente un primo lotto funzionale. Pertanto l'esigenza di adeguare tali manufatti, in relazione all'intervenuta circolare NTC 2019, continua a persistere e sarà da rielaborare in ottemperanza delle seguenti dettami:

"Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 (ossia ponti) della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m<sup>3</sup>/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti (ossia  $Q$  con periodo di ritorno 200 anni). La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.

Oltre a quanto previsto per gli attraversamenti dalla Norma, nella Relazione idraulica è opportuno siano considerati anche i seguenti aspetti:

- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;
- sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua.
- per sezioni di area maggiore a 1,5 m<sup>2</sup> è da garantire la praticabilità del manufatto;
- il tombino **può funzionare sia in pressione** che a superficie libera, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;
- nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;
- il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso d'acqua a valle del tombino;
- la tenuta idraulica deve essere garantita per ciascuna sezione dell'intero manufatto per un carico pari al maggiore tra: 0,5 bar rispetto all'estradosso o 1,5 volte la massima pressione d'esercizio;
- il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso d'acqua a monte;
- nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva. È in ogni caso da garantire l'accesso in alveo ai mezzi necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria da svolgere dopo gli eventi di piena;
- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.

Nel caso il tombino sia opera provvisoria, ovvero a servizio di un cantiere, le precedenti disposizioni possono essere assunte come elementi di riferimento, tenendo opportunamente conto del tempo di utilizzo previsto per l'opera provvisoria stessa

Nella seguente tabella sono riportati le principali specifiche dei tombini presenti in relazione al dimensionamento del progetto originario.

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

Tombino	Fosso	bacino (ha)	Q200 (mc/s)	Q100 (mc/s)	Q50 (mc/s)	sez. attuale	sez. progetto
T1	BD1	101,37	17,99	15,65	13,30	2 $\Phi$ 1000 cls	scatolare cls 4,0 x 2,0
T3	BD3msp	16,28	2,11	1,83	1,56	1 $\Phi$ 1000 cls	1 tubo armco $\Phi$ 1500
T4	BD3	41,00	5,31	4,61	3,92	1 $\Phi$ 1000 cls	scatolare cls 2,0 x 2,0
T2	BD3-1	11,03	1,43	1,24	1,06	1 $\Phi$ 1000 cls	1 tubo armco $\Phi$ 1500
T5	BD5	22,50	4,21	3,66	3,11	1 $\Phi$ 800 cls	1 tubo armco $\Phi$ 1500
T6	BD5	74,88	14,00	12,17	10,35	2 $\Phi$ 1000 cls	scatolare cls 2,0 x 2,0
T7	BD6	8,30	1,21	1,05	0,90	1 $\Phi$ 1000 cls	1 tubo armco $\Phi$ 1500
T8	BD6-A	19,44	2,84	2,47	2,10	1 $\Phi$ 1000 cls	1 tubo armco $\Phi$ 1500
T9	BD6-A	19,44	2,84	2,47	2,10	scatolare cls 1,8 x 2,0	no adeguamento
T10	BD6-AI	3,80	0,56	0,48	0,41	2 $\Phi$ 1000 cls	1 tubo armco $\Phi$ 1500
T11	BD7I	0,31	0,06	0,06	0,05	1 $\Phi$ 1000 cls	1 tubo armco $\Phi$ 1500
T12	BD7II	2,58	0,53	0,46	0,39	1 $\Phi$ 1000 cls	1 tubo armco $\Phi$ 1500
T13	BD8	7,27	1,49	1,30	1,10	1 $\Phi$ 1000 cls	1 tubo armco $\Phi$ 1500
T14	PD1	6,24	1,02	0,89	0,76	scatolare cls 1,6 x 1,5	no adeguamento
T15	PD1-A	6,08	1,00	0,87	0,74	scatolare cls 1,8 x 1,4	no adeguamento

Avendo chiarito la necessità del futura adeguamento si sottolinea che il presente lotto prevede gli adeguamenti a monte e a valle di detti tombini senza che ciò costituisca motivo di incremento di vulnerabilità dello stato attuale. La scelta è dipesa sia dal limite di capienza economica del possibilità di finanziamento in essere (PSR misura 5.1.1) sia della circostanza che l'intervenuta modifica legislativa non consentiva il perfezionamento delle autorizzazioni già ottenute sebbene i calcoli idraulici riferiti alle solo NTC 2018 sono più cautelativi rispetto a quelli introdotti successivamente dalla circolare.

La scelta di adeguare le sezioni idrauliche sia a monte che a valle degli attraversamenti non comporta un aggravio idraulico delle portate in transito. L'aver previsto opere di stabilizzazione e regolarizzazione della pendenza, portandola da quella originaria a quella di compensazione, determina un minor rischio di erosione e di trasporto solido che ad oggi costituire la principale vulnerabilità dei tombini. Infatti il problema, dai primi calcoli sommari effettuati, non è rappresentato dal funzionamento in pressione dei tombini, previsto dalla circolare NTC 2019, ma da possibili ostruzione da parte di pietrame trasportato dalla corrente. In ogni casi e in conclusione, l'adeguamento dei tombini sarà di oggetto di un futura e necessario lotto funzionale la dove la problematica di ridurre disagi alla utenza stradale provinciale, potrà anche essere superata anche considerando manufatti a spinta in alternativa a quanto previsto in progetto che prevede un esecuzione con scavo a cielo aperto e interruzione della strada.

### **Verifica dei franchi canali valloni Torricelli e Rungi**

La verifica della sezione idraulica per i canali dei valloni Torricelli e Rungi, è stata condotta basandosi sulle prescrizioni della ex Autorità di Bacino Campania Sud (AdB), oggi confluita nella Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale, ovvero:

- portata di progetto con periodo di ritorno  $T=200$  anni
- franco di sicurezza minimo pari al maggiore tra il franco di 0,50 m e la metà dell'altezza cinetica ( $1/2 \times v^2/2g$ ).

Si sono presi a riferimento i tratti a pendenza minima, costruendo la scala di deflusso in moto uniforme assumendo un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.03 m-1/3 s1,

**Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini  
del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio).  
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA (LOTTO 1)**

corrispondente ad un valore del parametro di conducibilità di Strickler pari a circa 33  $m^{1/3} s^{-1}$  (canali in terra). I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Bacino	Caratteristiche canale						Calcolo idraulico										Verifica	
	Q <sub>200</sub>	B	b	h	i	Ks	B	H	A	L	C	R	Q	V	0.5hcin	Franco	Franco min	
[-]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[m]	[-]	[m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	
Toricelli	22.21	8	4	1.5	0.0275	33	6.58	0.97	5.11	1.61	7.22	0.71	22.21	4.35	0.48	0.53	0.50	
Rungi	15.35	6.5	2.5	1.5	0.0347	33	4.96	0.92	3.44	1.54	5.58	0.62	15.35	4.46	0.51	0.58	0.51	

Il franco di progetto risulta sempre superiore al massimo tra il franco di 0,50 m e la metà dell'altezza cinetica e il canale risulta essere adeguato idraulicamente ai sensi dell'art. 2 del DPR 14 aprile 1993