



Acquedotto Lucano S.p.A.

Area Tecnica
Direzione Progettazione ed Energia

FINANZIAMENTO

"EMERGENZA IDRICA 2002 IN BASILICATA"
Ordinanza Ministeriale numero 3187 del 22/03/2002

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI VIGGIANELLO
PROVINCIA DI POTENZA

**RIFACIMENTO DELLA RETE IDRICA
DEL CENTRO ABITATO E
SISTEMAZIONE SERBATOIO CROCE
PANTANO NEL COMUNE DI
VIGGIANELLO**

ELABORATO

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

LIVELLO DI PROGETTAZIONE



ESECUTIVO



DEFINITIVO



FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

DIRETTORE PROGETTAZIONE ED ENERGIA

Ing. Salvatore GRAVINO

PROGETTISTA

Geom. Gianpietro FORASTIERE

SUPPORTO

Ing. Vincenzo BLUMETTI

COMMITTENTE



acquedottolucano

Acquedotto Lucano S.p.A.
Via P. Grippo - 85100 Potenza
tel. 0971.392.111 - Fax. 0971.392.600
www.acquedottolucano.it

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Vincenzo Papandrea

COD.

DATA

Febbraio 2023

SCALA GRAFICA

FILE

REV.

DATA

Emergenza Idrica OM 3187/02
Lavori di rifacimento rete idrica del Centro abitato nel Comune di Viggianello
INTERVENTO DI COMPLETAMENTO

* * * * *

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Località Santoianni – Piano della Croce

INDICE.

1. PREFAZIONE.	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTA DEI VINCOLI.	2
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.	4
4. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO.	7
5. ANALISI IDROLOGICA.....	10
6. METODOLOGIA DELL'ANALISI IDRAULICA.	17
7. MODELLAZIONE IDRAULICA.....	21
8. RISULTATI DELLO STUDIO IDRAULICO.	23
9. CONCLUSIONI.	24
10. ALLEGATI.....	25

1. PRAFAZIONE.

La presente relazione tecnica riporta i risultati dello studio di compatibilità idrologica e idraulica di un nuovo tratto di rete idrica ad uso potabile da realizzare in Località Santoianni – Piano della Croce del Comune di Viggianello (PZ), nell'ambito del progetto "Emergenza Idrica OM 3187/02 - Lavori di rifacimento rete idrica del Centro abitato nel Comune di Viggianello - Intervento di completamento" predisposto dall'Area Tecnica - Direzione Progettazione ed Energia di Acquedotto Lucano S.p.A.

In rapporto agli aspetti di pianificazione vigente, la porzione di territorio interessata dall'intervento di progetto ricade nell'ambito territoriale "UoM Regionale Calabria e interregionale Lad" dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale e risulta vincolata dal vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Calabria - Rischio idraulico [PSAI-RI], in quanto classificata come "Area di attenzione per pericolo d'inondazione".

Pertanto, considerando che le Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS) a corredo del PSAI, al comma 4 dell'art. 24, vincolano le aree di attenzione alle stesse prescrizioni vigenti per le aree a rischio R4, ai sensi dell'art. 21, comma 4, la progettazione deve essere dotata di studio idrologico idraulico redatto in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR.

La nuova adduttrice idrica da realizzare in Località Santoianni-Piano della Croce nasce dall'esigenza di alimentare il serbatoio "Santoianni" direttamente dalla condotta proveniente dal serbatoio "Croce Pantana", in modo tale da escludere la sorgente locale "Fontana Acquaro".

La condotta con lunghezza complessiva di m 1270.00 e profondità di posa di circa m 0.80-1.00, è realizzata con tubazione in PeAD Ø90 mm e presenta, lungo il tracciato, pozzetti di sfiato e di scarico in pressione contenenti apparecchiature e pezzi speciali in ghisa sferoidale. L'andamento plano-altimetrico della condotta coincide con quello della strada sterrata presente e le principali lavorazioni da realizzare sono di seguito elencate:

- eventuale fresatura della pavimentazione in conglomerato bituminoso con demolizione della fondazione stradale;
- scavo a sezione ristretta per la posa in opera della tubazione, eseguito con mezzo meccanico;
- sabbione per formazione del letto di posa della tubazione avente uno spessore di cm 20;
- posa della tubazione in polietilene;
- rinterro dello scavo a sezione ristretta con materiale arido, fresato e terra precedentemente scavata, opportunamente compattato;
- trasporto e conferimento a discarica autorizzata del materiale di risulta;
- eventuale rifacimento della pavimentazione stradale.

L'intervento progettuale è compatibile con quanto previsto dal PAI vigente in quanto le NAMS, nelle aree a rischio R4, ai sensi dell'art. 21, comma 2, lett. g), consentito la seguente tipologia d'intervento: *ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o d'interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete (energetiche, di comunicazione, acquedottistiche e di scarico) non altrimenti localizzabili, compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano ostacolo al libero deflusso, o riduzione dell'attuale capacità d'invaso.*

È stato, quindi, effettuato uno studio idraulico, previa determinazione delle portate a mezzo di uno studio idrologico, finalizzato alla determinazione dei profili in moto permanente degli alvei interessati, al variare del tempo di ritorno a 30, 200 e 500 anni, per i bacini idrografici con sezioni di chiusura posti a valle dell'opera di interesse.

Lo studio di compatibilità idraulica è stato organizzato secondo i seguenti punti:

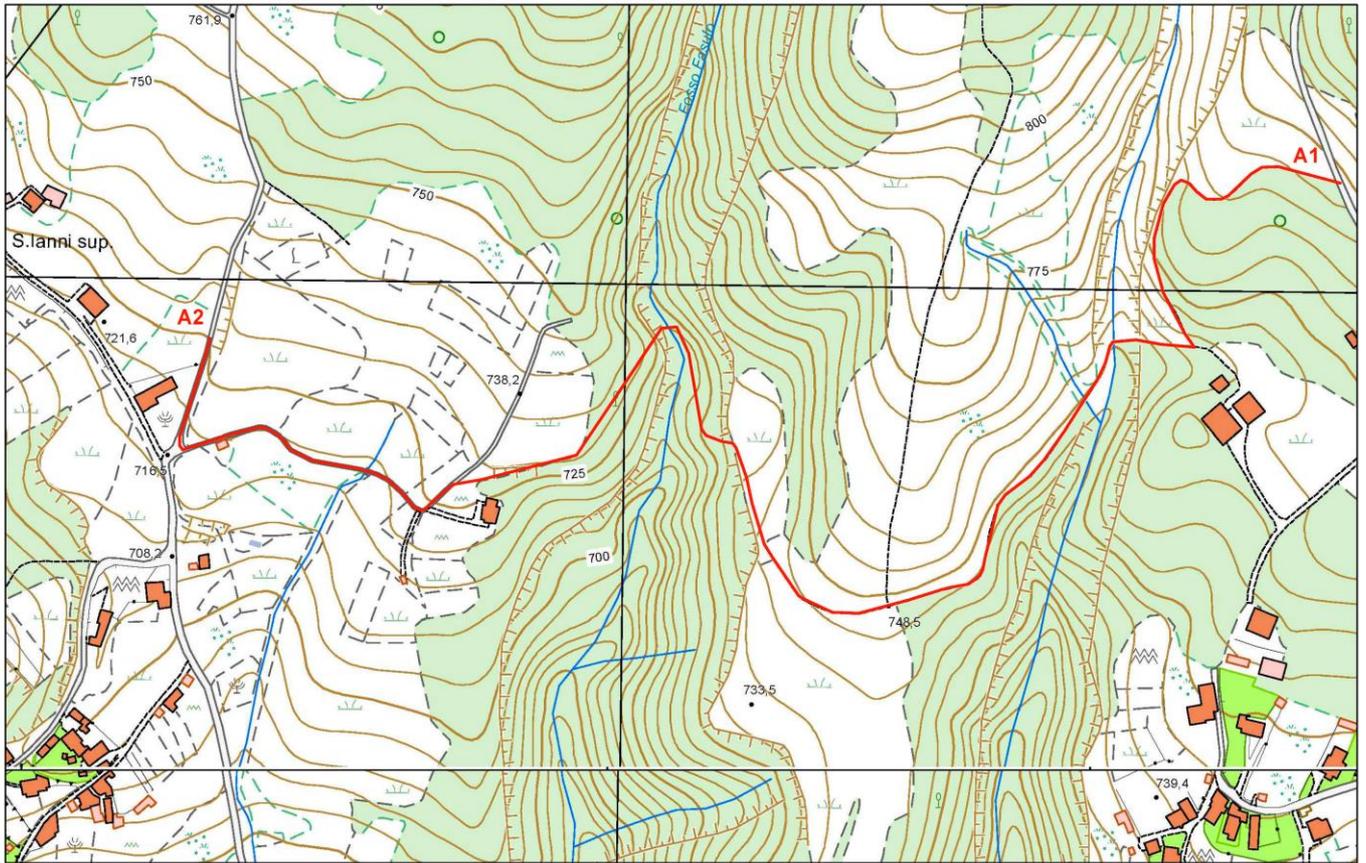
- analisi e descrizione delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici;
- studio idrologico dei bacini idrografici, previa caratterizzazione del regime climatico dell'area;
- studio idraulico delle aste fluviali di interesse e determinazione dei livelli idrici e delle aree inondabili al variare del tempo di ritorno;
- analisi e valutazione della compatibilità idraulica dell'opera con la normativa PAI.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTA DEI VINCOLI.

Viggianello è un comune della Basilicata in Provincia di Potenza di circa 2751 abitanti, situato nella valle del Mercure a 500 m s.l.m., in un'area collinare/montuosa del Parco Nazionale del Pollino, con una estensione territoriale di 120.83 km². La frazione Santoianni, interessata dall'intervento, è posizionata nella periferia nord-ovest ad una distanza di circa 6 km dal centro abitato.

COROGRAFIA

CARTA TECNICA REGIONALE - TAVOLA 522132-534011 - Scala 1:5.000



ORTOFOTO

CARTA TECNICA REGIONALE - TAVOLA 522132-534011 - Scala 1:5.000



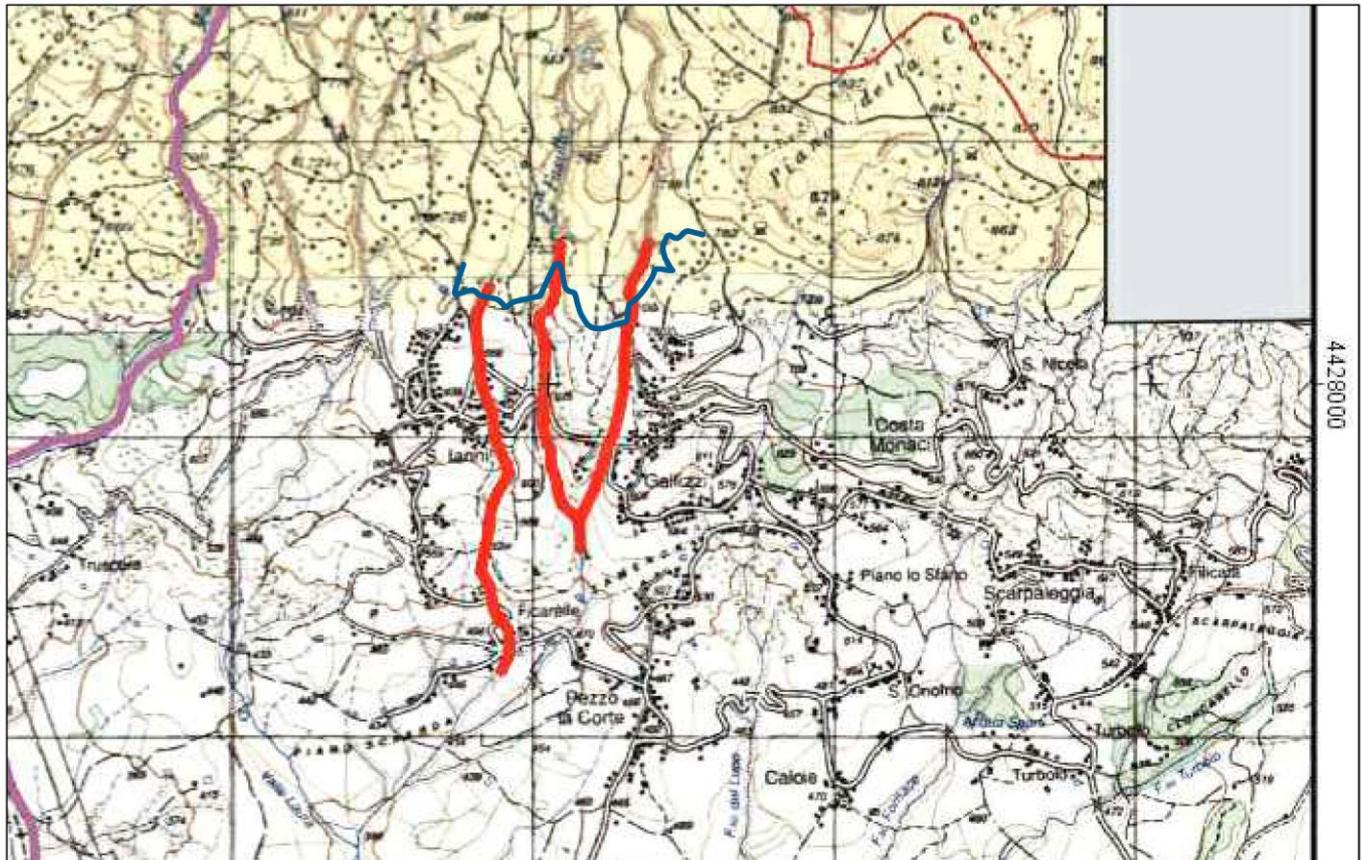
— Nuova condotta idrica - Tratto A1-A2, L: 1270 m.

Il tracciato della nuova condotta idrica interferisce con il reticolo idrografico presente; nel dettaglio è previsto l'attraversamento del corso d'acqua denominato Torrente Fasulo (Fosso Fasulo) e di due suoi affluenti in destra e sinistra orografica.

Dall'analisi del vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Calabria - Rischio idraulico [PSAI-RI], i corsi d'acqua suindicati sono classificati come "*Aree di attenzione per pericolo d'inondazione*" e pertanto vincolati, ai sensi dell'art. 24, comma 4 delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS), alle stesse prescrizioni vigenti per le aree a rischio R4.

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - Regione Calabria

PERIMETRAZIONE AREE A RISCHIO IDRAULICO - Tavola RI 76022



— Zone di attenzione (art. 24 - Norme di attuazione e misure di salvaguardia)

— Nuova condotta idrica - Tratto A1-A2, L: 1270 m.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

• Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152: Norme in materia ambientale.

Art. 65. Valore, finalità e contenuti del piano di bacino distrettuale.

1. Il Piano di bacino distrettuale, di seguito Piano di bacino, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ed alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

2. Il Piano di bacino è redatto dall'Autorità di bacino in base agli indirizzi, metodi e criteri fissati ai sensi del comma 3. Studi ed interventi sono condotti con particolare riferimento ai bacini montani, ai torrenti di alta valle ed ai corsi d'acqua di fondo valle.

3. Il Piano di bacino, in conformità agli indirizzi, ai metodi e ai criteri stabiliti dalla Conferenza istituzionale permanente di cui all'articolo 63, comma 4, realizza le finalità indicate all'articolo 56 e, in particolare, contiene, unitamente agli elementi di cui all'Allegato 4 alla parte terza del presente decreto:

a) il quadro conoscitivo organizzato ed aggiornato del sistema fisico, delle utilizzazioni del territorio previste dagli strumenti urbanistici comunali ed intercomunali, nonché dei vincoli, relativi al distretto, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42;

b) la individuazione e la quantificazione delle situazioni, in atto e potenziali, di degrado del sistema fisico, nonché delle relative cause;

c) le direttive alle quali devono uniformarsi la difesa del suolo, la sistemazione idrogeologica ed idraulica e l'utilizzazione delle acque e dei suoli;

d) l'indicazione delle opere necessarie distinte in funzione:

1) dei pericoli di inondazione e della gravità ed estensione del dissesto;

2) dei pericoli di siccità;

- 3) dei pericoli di frane, smottamenti e simili;
- 4) del perseguimento degli obiettivi di sviluppo sociale ed economico o di riequilibrio territoriale nonché del tempo necessario per assicurare l'efficacia degli interventi;
- e) la programmazione e l'utilizzazione delle risorse idriche, agrarie, forestali ed estrattive;
- f) la individuazione delle prescrizioni, dei vincoli e delle opere idrauliche, idraulico-agrarie, idraulico-forestali, di forestazione, di bonifica idraulica, di stabilizzazione e consolidamento dei terreni e di ogni altra azione o norma d'uso o vincolo finalizzati alla conservazione del suolo ed alla tutela dell'ambiente;
- g) il proseguimento ed il completamento delle opere indicate alla lettera f), qualora siano già state intraprese con stanziamenti disposti da leggi speciali, da leggi ordinarie, oppure a seguito dell'approvazione dei relativi atti di programmazione;
- h) le opere di protezione, consolidamento e sistemazione dei litorali marini che sottendono il distretto idrografico;
- i) i meccanismi premiali a favore dei proprietari delle zone agricole e boschive che attuano interventi idonei a prevenire fenomeni di dissesto idrogeologico;
- l) la valutazione preventiva, anche al fine di scegliere tra ipotesi di governo e gestione tra loro diverse, del rapporto costi-benefici, dell'impatto ambientale e delle risorse finanziarie per i principali interventi previsti;
- m) la normativa e gli interventi rivolti a regolare l'estrazione dei materiali litoidi dal demanio fluviale, lacuale e marittimo e le relative fasce di rispetto, specificatamente individuate in funzione del buon regime delle acque e della tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico dei terreni e dei litorali;
- n) l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche, ai fini della conservazione del suolo, della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici;
- o) le misure per contrastare i fenomeni di subsidenza e di desertificazione, anche mediante programmi ed interventi utili a garantire maggiore disponibilità della risorsa idrica ed il riuso della stessa;
- p) il rilievo conoscitivo delle derivazioni in atto con specificazione degli scopi energetici, idropotabili, irrigui od altri e delle portate;
- q) il rilievo delle utilizzazioni diverse per la pesca, la navigazione od altre;
- r) il piano delle possibili utilizzazioni future sia per le derivazioni che per altri scopi, distinte per tipologie d'impiego e secondo le quantità;
- s) le priorità degli interventi ed il loro organico sviluppo nel tempo, in relazione alla gravità del dissesto;
- t) l'indicazione delle risorse finanziarie previste a legislazione vigente.
4. Le disposizioni del Piano di bacino approvato hanno carattere immediatamente vincolante per le amministrazioni ed enti pubblici, nonché per i soggetti privati, ove trattasi di prescrizioni dichiarate di tale efficacia dallo stesso Piano di bacino. In particolare, i piani e programmi di sviluppo socio-economico e di assetto ed uso del territorio devono essere coordinati, o comunque non in contrasto, con il Piano di bacino approvato.
5. Ai fini di cui al comma 4, entro dodici mesi dall'approvazione del Piano di bacino le autorità competenti provvedono ad adeguare i rispettivi piani territoriali e programmi regionali quali, in particolare, quelli relativi alle attività agricole, zootecniche ed agroforestali, alla tutela della qualità delle acque, alla gestione dei rifiuti, alla tutela dei beni ambientali ed alla bonifica.
6. Fermo il disposto del comma 4, le regioni, entro novanta giorni dalla data di pubblicazione del Piano di bacino sui rispettivi Bollettini Ufficiali regionali, emanano ove necessario le disposizioni concernenti l'attuazione del piano stesso nel settore urbanistico. Decorso tale termine, gli enti territorialmente interessati dal Piano di bacino sono comunque tenuti a rispettarne le prescrizioni nel settore urbanistico. Qualora gli enti predetti non provvedano ad adottare i necessari adempimenti relativi ai propri strumenti urbanistici entro sei mesi dalla data di comunicazione delle predette disposizioni, e comunque entro nove mesi dalla pubblicazione dell'approvazione del Piano di bacino, all'adeguamento provvedono d'ufficio le regioni.
7. In attesa dell'approvazione del Piano di bacino, le Autorità di bacino adottano misure di salvaguardia con particolare riferimento ai bacini montani, ai torrenti di alta valle ed ai corsi d'acqua di fondo valle ed ai contenuti di cui alle lettere b), e), f), m) ed n) del comma 3. Le misure di salvaguardia sono immediatamente vincolanti e restano in vigore sino all'approvazione del Piano di bacino e comunque per un periodo non superiore a tre anni. In caso di mancata attuazione o di inosservanza, da parte delle regioni, delle province e dei comuni, delle misure di salvaguardia, e qualora da ciò possa derivare un grave danno al territorio, il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, previa diffida ad adempiere entro congruo termine da indicarsi nella diffida medesima, adotta con ordinanza cautelare le necessarie misure provvisorie di salvaguardia, anche con efficacia inibitoria di opere, di lavori o di attività antropiche, dandone comunicazione preventiva alle amministrazioni competenti. Se la mancata attuazione o l'inosservanza di cui al presente comma riguarda un ufficio periferico dello Stato, il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare informa senza indugio il Ministro competente da cui l'ufficio dipende, il quale assume le misure necessarie per assicurare l'adempimento. Se permane la necessità di un intervento cautelare per evitare un grave danno al territorio, il Ministro competente, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, adotta l'ordinanza cautelare di cui al presente comma.
8. I piani di bacino possono essere redatti ed approvati anche per sottobacini o 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 7, le opportune misure inibitorie e cautelari in relazione agli aspetti non ancora compiutamente disciplinati.
9. Dall'attuazione del presente articolo non devono derivare nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica.

- **Autorità di Bacino della Calabria e Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.**

L'Autorità di Bacino della Calabria è stata una struttura di rilievo interregionale istituita con la L.R n. 35 del 29/11/1999, in attuazione della legge n. 183/1989 in materia di difesa del suolo, che aveva introdotto un profondo processo di riordino in materia, basato sulla suddivisione del territorio secondo bacini idrografici, dotati di Autorità di Governo (Autorità di Bacino). Tali autorità avevano il compito di svolgere attività conoscitiva, pianificatoria e gestionale necessaria al raggiungimento degli obiettivi di difesa del suolo e gestione razionale delle risorse idriche.

La legge 183/89 aveva introdotto, quale principale strumento per i fini suddetti, il Piano di Bacino caratterizzato come piano territoriale di settore, con valenza conoscitiva e pianificatoria-programmatica.

Il quadro legislativo in tema di difesa del suolo e delle risorse idriche è stato, negli ultimi anni, fortemente modificato a

seguito dell'approvazione della Direttiva 2000/60/CE in materia di acque e dalla Direttiva 2007/60/CE in materia di rischio alluvioni, recepite in Italia rispettivamente con il D.Lgs. n. 152/2006 e con il D.Lgs. n. 49/2010.

Uno dei principali elementi della riforma è rappresentato dalla suddivisione del territorio nazionale in otto macro distretti che accorpano i bacini idrografici individuati dalla L. n. 183/89, con la conseguente soppressione delle Autorità di Bacino e l'istituzione delle Autorità di Bacino Distrettuali aventi il compito di redigere il Piano di Bacino Distrettuale.

Con la pubblicazione del DPCM 04/04/2018 sulla G.U. n. 135 del 13/06/2018, l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ha avuto piena operatività e la pianificazione di bacino fino ad allora svolta dalla ex Autorità di Bacino, ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce un riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

L'esame istruttorio delle richieste di parere formulate all'Autorità di Bacino Distrettuale è condotto con riferimento ai Piani di Gestione Distrettuali per il rischio alluvioni (PGRA) e per le Acque (PGA), nonché ai piani stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI), redatti dalle ex-Autorità di Bacino comprese nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, vigenti per lo specifico ambito territoriale d'intervento.

• **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Calabria - Rischio idraulico [PSAI-RI].**

(L. n. 183 del 18/05/89; L. n. 253 del 7/08/90; L. n. 493 del 4/12/93; L. n. 226 del 13/07/99; L. n. 365 del 11/12/00)

Unit of Management Regionale Calabria e interregionale Lao - euUoMCode ITR181I016.

Piano di Assetto Idrogeologico – Rischio Frane – Alluvioni (PAI), dei territori dell'ex Autorità di Bacino Regionale Calabria, approvato dal Comitato Istituzionale con Delibera n. 13 del 29/10/2001, Giunta Regionale con Delibera n. 900 del 31/10/2001, Consiglio Regionale Delibera n. 115 del 28/12/2001, successive approvazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Calabria con Delibera n. 26 del 02/08/2011 Procedure di aggiornamento PAI FR e FI; n. 27 del 02/08/2011 Testo aggiornato delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS).

NORME DI ATTUAZIONE E MISURE DI SALVAGUARDIA - NAMS.

Testo aggiornato con Delibera del C.I. n. 27 del 02/08/2011.

TITOLO II – NORME SPECIFICHE

Parte II - Assetto Idraulico

Art. 11 - Individuazione delle aree a rischio e/o pericolo d'inondazione.

1. Il presente Piano riporta le situazioni di rischio e/o pericolo d'inondazione stimate dall'Autorità tramite indagini estese su tutto il territorio di sua competenza. Sulla base delle caratteristiche dei fenomeni rilevati o attesi e delle indagini esperite il PAI disciplina l'uso del territorio nelle:

- aree perimetrate mediante modellazione analitica con attribuzione delle classi R4, R3, R2, R1;
- aree storicamente inondate e/o localizzate dai Piani di Protezione Civile e riportate nell'Atlante allegato al Piano; aree all'intorno di tratti e punti critici rilevati (riduzioni di sezioni, ostruzioni, rotture d'argine, ecc.) e indicati negli elaborati del PAI come aree di attenzione, linee di attenzione e punti di attenzione.

Art. 21 - Disciplina delle aree a rischio d'inondazione R4.

1. Nelle aree a rischio R4, così come definite nell'art. 11, il PAI persegue l'obiettivo di garantire condizioni di sicurezza idraulica, assicurando il libero deflusso della piena con tempo di ritorno 20 – 50 anni, nonché il mantenimento e il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo.

2. Nelle aree predette sono vietate tutte le opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico e edilizio, ad esclusiva eccezione di quelle di seguito elencate:

- interventi di demolizione senza ricostruzione;
- interventi sul patrimonio edilizio esistente, di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti dall'articolo 31, lettere a), b) e c) della legge 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superfici e di volumi;
- interventi di adeguamento del patrimonio edilizio esistente per il rispetto delle norme in materia di sicurezza e igiene del lavoro, di abbattimento delle barriere architettoniche, nonché interventi di adeguamento o miglioramento sismico o di riparazione o intervento locale così come definiti nel Cap. 8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 approvate con D.M. 14.01.2008;
- interventi finalizzati alla manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture, delle reti idriche e tecnologiche, delle opere idrauliche esistenti e delle reti viarie;
- interventi idraulici volti alla mitigazione o rimozione del rischio che non pregiudichino le attuali condizioni di sicurezza a monte e a valle dell'area oggetto dell'intervento, nonché la sola realizzazione di nuove infrastrutture lineari di trasporto (strade, ferrovie e canali);
- interventi volti a diminuire il grado di vulnerabilità dei beni e degli edifici esistenti esposti al rischio, senza aumento di superficie e di volume;
- ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o d'interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete (energetiche, di comunicazione, acquedottistiche e di scarico) non altrimenti localizzabili, compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano ostacolo al libero deflusso, o riduzione dell'attuale capacità d'invaso;

- h) le pratiche per la corretta attività agraria, con esclusione di ogni intervento che comporti modifica della morfologia del territorio o che provochi ruscellamento ed erosione;
- i) interventi volti alla bonifica dei siti inquinati, ai recuperi ambientali e in generale alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati e all'eliminazione dei fattori d'interferenza antropica;
- j) occupazioni temporanee, se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non recare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- k) interventi di manutenzione idraulica ordinaria (esclusa la risagomatura dell'alveo), di idraulica forestale, di rinaturazione come definiti nelle linee guida predisposte dall'ABR;
- l) interventi di manutenzione idraulica straordinaria come definiti nelle linee guida predisposte dall'ABR;
3. Per gli interventi di cui al precedente comma lettera e) la progettazione definitiva, presentata presso le Amministrazioni competenti all'approvazione, dovrà essere dotata di studio idrologico idraulico redatto in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR e dovrà, comunque, essere sottoposta a parere dell'ABR da esprimersi motivatamente entro sessanta giorni. Al fine di snellire l'iter di espressione del parere sul progetto definitivo da parte dell'ABR, la stessa può essere preliminarmente consultata in fase di redazione del progetto preliminare.
4. Per gli interventi di cui al comma 2 lettere g), i), j) e l) la progettazione presentata presso le Amministrazioni competenti all'approvazione, dovrà essere dotata di studio idrologico idraulico redatto in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR.
5. Per gli interventi di cui comma 2 lettere a), b), c), d), f), g), h), i), j), k), l), non è previsto il parere dell'ABR.

Art. 24 - Disciplina delle aree d'attenzione per pericolo d'inondazione.

1. L'ABR, sulla base dei finanziamenti acquisiti, provvede ad effettuare gli studi e le indagini necessarie alla classificazione dell'effettiva pericolosità e alla perimetrazione delle aree di cui all'art. 11.
2. I soggetti interessati possono effettuare di loro iniziativa studi volti alla classificazione della pericolosità delle aree d'attenzione di cui all'art. 9 comma b. Tali studi verranno presi in considerazione dall'ABR solo se rispondenti ai requisiti minimi stabiliti dal PAI e indicati nelle specifiche tecniche e nelle linee guida predisposte dall'ABR.
3. L'ABR, a seguito degli studi eseguiti come ai commi 1 o 2, provvede ad aggiornare la perimetrazione di tali aree secondo la procedura di cui all'art. 2 comma 2.
4. Nelle aree di attenzione, in mancanza di studi di dettaglio come indicato ai commi 1 e 2 del presente articolo, ai fini della tutela preventiva, valgono le stesse prescrizioni vigenti per le aree a rischio R4.

Art. 26 - Verifica di compatibilità dei progetti.

1. L'ABR definisce periodicamente un aggiornamento delle proprie specifiche tecniche e linee guida.
2. Nella progettazione delle opere di difesa idraulica, delle opere di consolidamento dei versanti e delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua non disciplinati dal PAI e definiti nel reticolo idrografico dell'ABR, salvo i casi espressamente previsti da altre norme di legge, le Amministrazioni competenti all'approvazione o al rilascio di nulla osta sono tenute a rispettare le specifiche tecniche e le linee guida predisposte dall'ABR e a trasmettere, per conoscenza, il relativo provvedimento di approvazione all'ABR.
3. Le stesse Amministrazioni, in relazione a particolari situazioni locali, da motivare adeguatamente, possono applicare deroghe alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR solo per interventi riguardanti le opere esistenti che interferiscono con il reticolo idrografico dell'ABR. La progettazione di tali interventi dovrà, comunque, conseguire un significativo miglioramento delle preesistenti condizioni di rischio idraulico e idrogeologico in generale.
4. È inoltre vietata la tombatura di qualsiasi corso d'acqua, anche dei fossi minori, compresi quelli non disciplinati dal PAI. Limitate tombature sono ammesse solo in casi eccezionali e di comprovata necessità e in ottemperanza alle verifiche e prescrizioni riportate nelle Specifiche Tecniche e nelle Linee Guida emanate dall'ABR. I relativi progetti devono essere sottoposti a parere vincolante dell'ABR.

4. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO.

Il corso d'acqua di interesse progettuale è denominato Torrente Fasulo ed è un affluente in destra orografica del fiume Lao (Mercure).

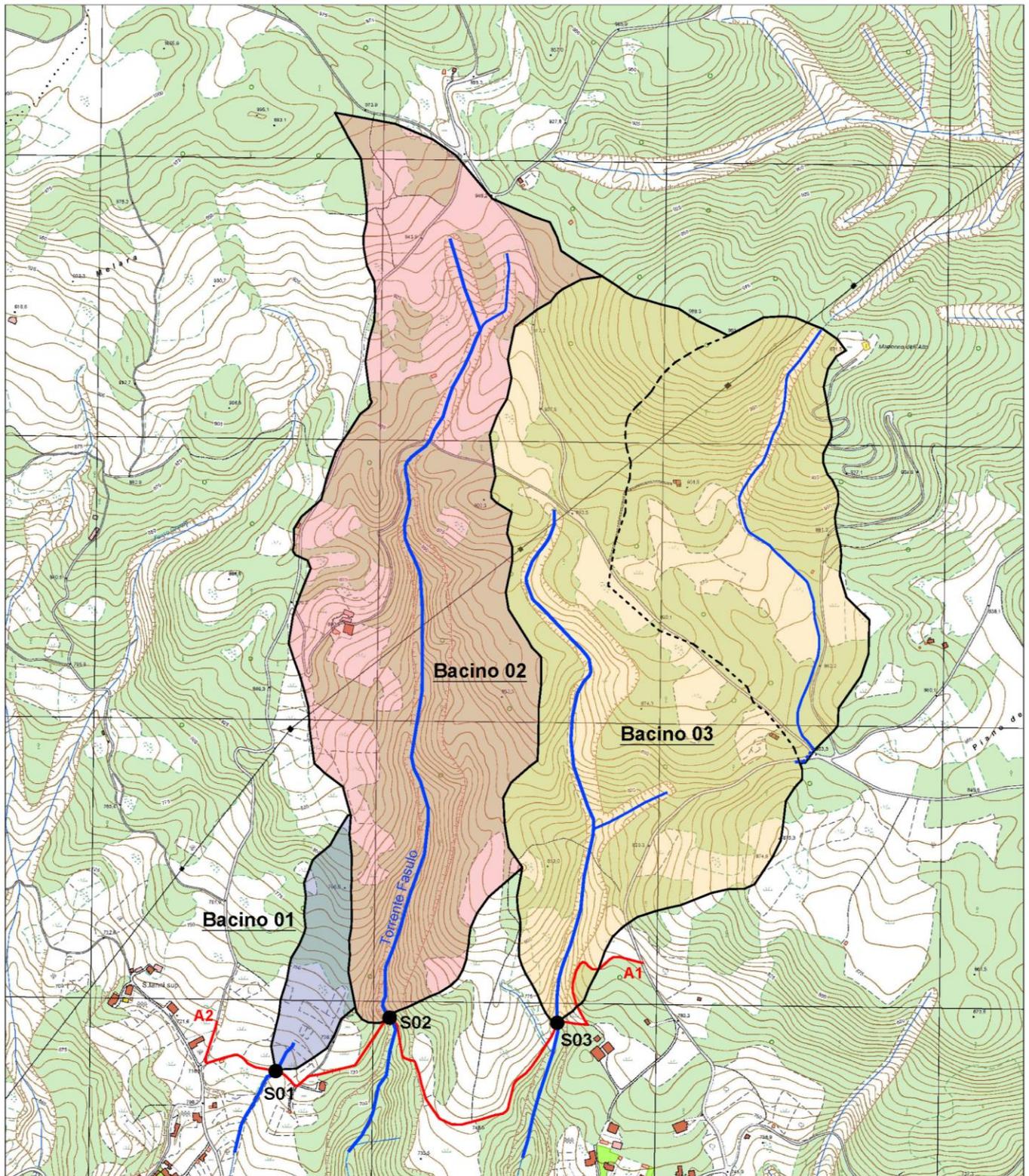
Il Lao è un fiume a corso perenne del versante tirrenico della Calabria, lungo circa 55 km e con un bacino di 162 km²; nasce in Basilicata nel Parco Nazionale del Pollino su Serra del Prete, altura del massiccio del Pollino ad oltre 2.000 m di quota, nel territorio del comune di Viggianello. Nel territorio lucano ha la denominazione di fiume Mercure in quanto percorre la parte centro-meridionale della valle del Mercure. Qui il fiume ha andamento prevalente da E-NE a O-SO. Entrato in territorio calabrese presso i centri di Laino Borgo e Laino Castello accoglie le acque degli affluenti Battendiero e Jannello mutando qui il nome in Lao. Da questo punto, copioso di acque tutto l'anno, entra in una gola scorrendo estremamente incassato per svariati chilometri. Attraversa il territorio del comune di Papisidero per circa 15 chilometri. Giunto nei pressi di Orsomarso riceve da sinistra il fiume Argentino, suo principale tributario, ed esce dal tratto ingolato allargandosi notevolmente nel proprio alveo, dove si dirama a mo' di delta in svariati bracci

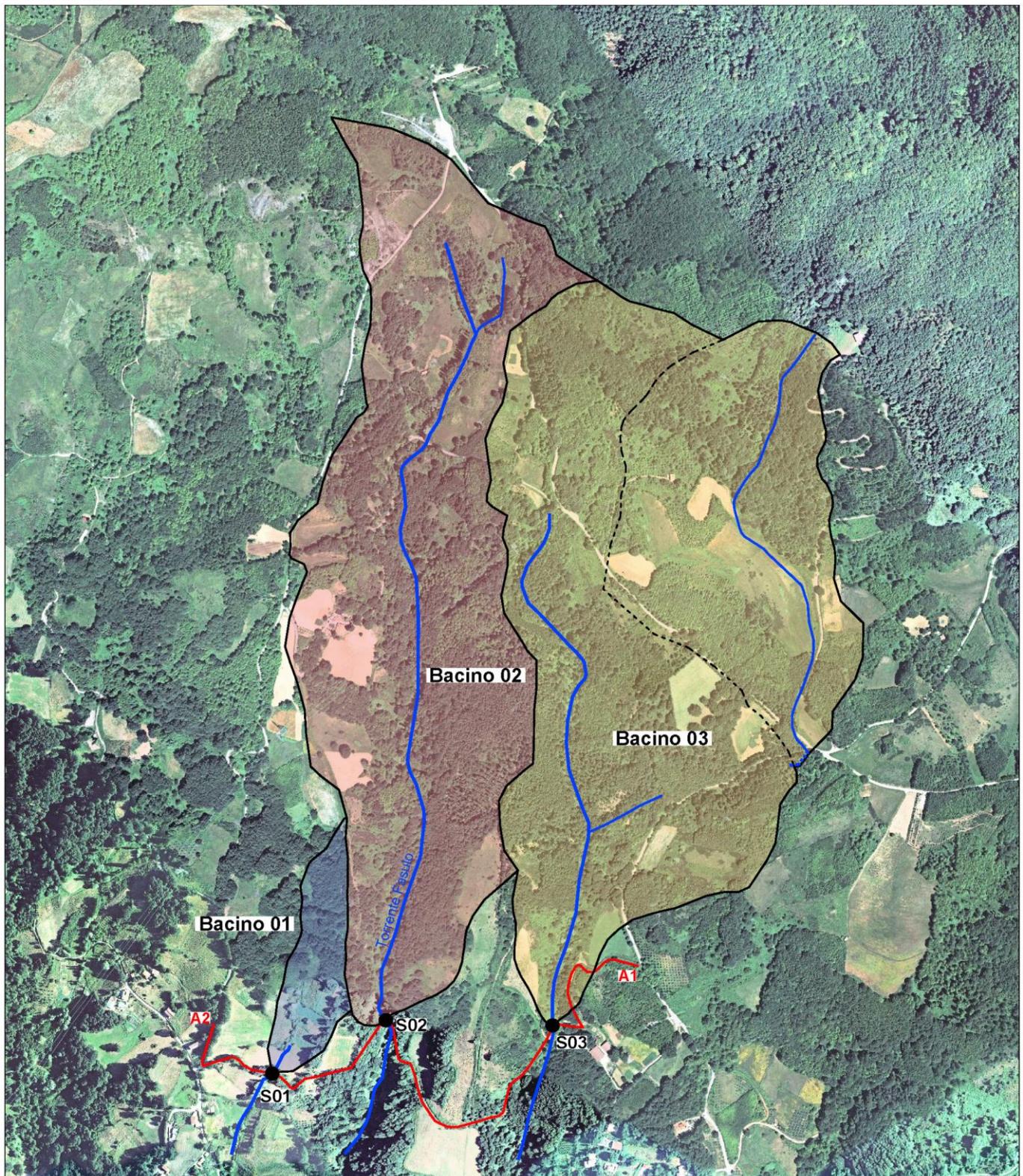
secondari per sfociare nel Tirreno nel territorio del comune di Scalea.

Il tracciato della nuova condotta adduttrice idrica Santoianni-Piano della Croce interferisce con il reticolo idrografico presente; nel dettaglio è previsto l'attraversamento del corso d'acqua denominato Torrente Fasulo (Fosso Fasulo) e di due suoi affluenti in destra e sinistra orografica.

Pertanto si sono individuate n. 3 sezioni di interesse progettuale, in corrispondenza dei punti di attraversamento, ed altrettanti bacini idrografici i cui confini sono riportati nelle immagini seguenti:

BACINI IDROGRAFICI - CARTA TECNICA REGIONALE - Scala 1:10.000



BACINI IDROGRAFICI - ORTOFOTO - Scala 1:10.000

I parametri geomorfologici caratteristici dei bacini idrografici sono indicati nella tabella seguente:

Tabella - Parametri geomorfologici dei bacini idrografici

Parametri		Bacino 01	Bacino 02	Bacino 03
Lunghezza asta principale	[Km]	0.060	1.466	0.993
H sezione di chiusura	[m]	718.5	720	751
H massima asta principale	[m]	727	938	890
H massima bacino	[m]	820	980	972
H media asta principale	[m]	722.75	829	820.5
H media bacino	[m]	769.25	850	861.5
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.038	0.472	0.608

Pendenza media asta principale	[m/m]	0.142	0.149	0.140
Tempo di corrivazione	[ore]	0.197	1.213	0.988

Il tempo di corrivazione è stato calcolato utilizzando la *formula di Puglisi e Zanframundo*:

$$T_c = C_p L^{2/3} (h_{max} - h_{min})^{-1/3},$$

in cui:

- L è la lunghezza dell'asta principale [Km];
- h_{max} è la quota massima del bacino [m.s.l.m.];
- h_{min} è la quota della sezione di chiusura [m.s.l.m.];
- C_p una costante numerica pari a 6.

5. ANALISI IDROLOGICA.

Lo studio idrologico dell'area in esame è stato condotto determinando le curve di probabilità pluviometrica applicando il metodo VAPI Basilicata.

In particolare, la valutazione di dette curve al variare del tempo di ritorno è stata condotta rifacendosi alle procedure individuate dal Gruppo Nazionale Difesa della Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per l'Analisi regionale delle piogge brevi in Basilicata (a cura di Claps e Straziuso, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente dell'Università degli Studi della Basilicata, 1996) e del Rapporto di Valutazione delle Piene in Basilicata (1999), nel seguito denominato VAPI Basilicata.

La procedura adoperata e i risultati dei calcoli effettuati sono ampiamente descritti nei paragrafi successivi. Si è omessa la descrizione dell'applicazione ai dati di precipitazione massima oraria delle analisi statistiche convenzionali (adattabilità delle serie campionarie a distribuzioni di probabilità), in quanto procedura ormai consolidata e nota nella pratica tecnica.

Per quanto concerne, invece, la valutazione dei deflussi naturali nelle sezioni di interesse si è fatto ricorso alla procedura di valutazione del valore della piena indice $E(Q)$ e dell'espressione asintotica del fattore di crescita delle portate $KT(Q)$.

Va, infine, evidenziato che i valori dei tempi di ritorno (TR) utilizzati per la definizione delle curve di possibilità climatica e, di conseguenza, per la stima degli eventi di piena sono quelli che il PAI definisce per la valutazione delle aree ad alta, media e bassa probabilità di inondazione e precisamente:

- Alta Probabilità di Inondazione (AP) → TR = 30 anni;
- Media Probabilità di Inondazione (MP) → TR = 200 anni;
- Bassa Probabilità di Inondazione (BP) → TR = 500 anni.

ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN BASILICATA.

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica ed è nota come "*analisi regionale*". Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica. La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura. Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri che sono noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson, 1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese Two Component Extreme Value, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo proveniente sia dalla distribuzione statistica di eventi ordinari che da eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro. Ciò implica che se in un punto, eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, questo non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie

fasi della procedura di regionalizzazione dei bacini dell'arco ionico della Basilicata, territorio nel quale ricade il bacino oggetto di studio.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici dei compartimenti di Catanzaro, Bari e Napoli del S.I.M.N, le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale con un'elevata densità territoriale.

Le osservazioni pluviometriche, utilizzate per la regionalizzazione, interessano 55 stazioni pluviografiche ognuna delle quali presenta almeno 15 anni di funzionamento. Alcune stazioni sono situate all'esterno dei limiti di bacino allo scopo di migliorare le stime dei parametri areali relativi ai bacini idrografici. L'ubicazione delle stazioni all'interno della regione è mostrata nella Figura n.5:

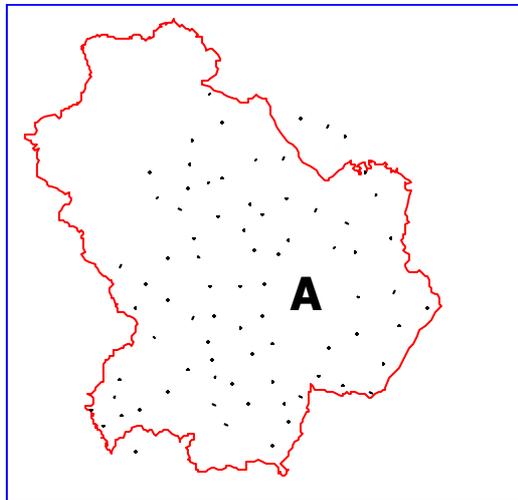


Ubicazione delle stazioni pluviometriche considerate (da Claps e Straziuso, 1996).

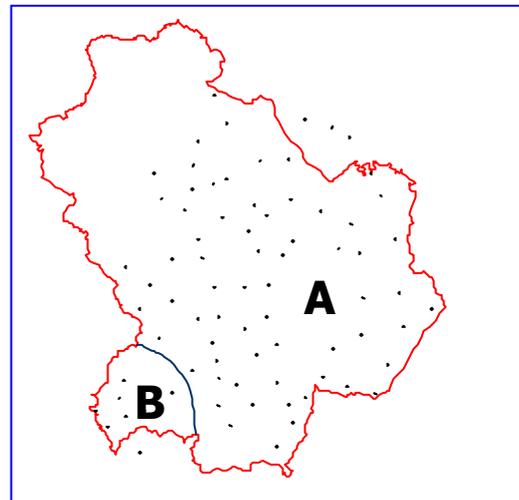
Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti, straordinaria e ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano. L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri θ^* e Λ^* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottoregioni omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. La procedura prevede che

si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri θ^* e Λ^* . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 55 stazioni come appartenenti ad un'unica zona al primo livello. I risultati ottenuti sono stati ricavati con riferimento ad un'ipotesi di invarianza dei parametri θ^* e Λ^* , osservando come si abbia, al primo livello di regionalizzazione, la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione, mentre al secondo livello si definiscono due sottozone omogenee nelle quali risulta costante anche il valore del parametro Λ_1 .



Suddivisione n. 1



Suddivisione n. 2

Ipotesi di suddivisione della Basilicata in sottozone pluviometriche omogenee.

Il confronto tra i risultati ottenuti per le suddivisioni in una o due regioni si presenta a favore di quest'ultima ipotesi, con la suddivisione in due sottozone Nord (A) e Sud-Ovest (B). Quest'ultima risulta anche omogenea rispetto alla sottozona di secondo livello indicata come *tirrenica* nel rapporto VAPI Calabria.

In definitiva, per i bacini del versante ionico della Basilicata, che comprende i bacini del Bradano, del Basento, del Cavone, dell'Agri e del Sinni oltreché zone relative ad alcuni bacini minori, tra cui quello del Noce, risulta che i parametri regionali stimati al primo ed al secondo livello sono quelli riportati nella seguente tabella:

TABELLA - Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Basilicata

Sottozona (SZO)	Λ^*	θ^*	Λ_1	η
A	0.104	2.632	20.64	3.841
B	0.104	2.632	55.23	4.825

La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione con assegnata durata, $X_{d,T}$, viene espressa in funzione di una quantità K_T detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e indipendente dalla durata. Tale fattore è, in generale, definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T})}$$

avendo indicato con $X_{d,T}$ il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno.

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto riportato in precedenza ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della $X_{d,T}$. Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno T ed il fattore di crescita K_T , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata. L'espressione di seguito riportata, è quella indicata nel VAPI Basilicata. In realtà non viene fornita l'espressione diretta di K_T in funzione di T , ma l'espressione inversa, nella forma:

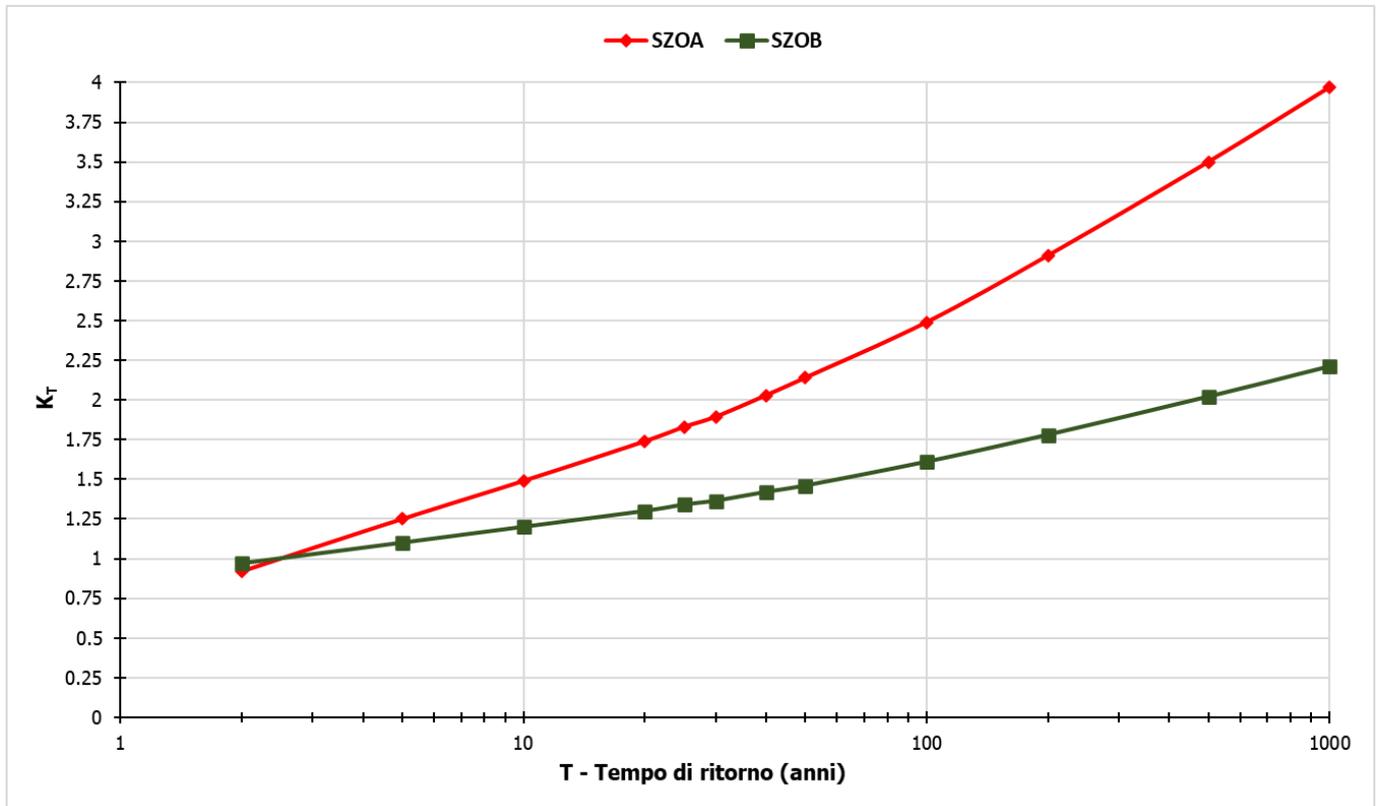
$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp\left(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k/\theta_*}\right)}$$

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della relazione precedente in cui, fissato un tempo di ritorno T ,

si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita K_T . Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano nella tabella seguente, i valori di K_T ottenuti numericamente dalla formula precedente per alcuni valori del periodo di ritorno:

TABELLA - Valori del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge in Basilicata, per alcuni valori del periodo T

T (anni)	2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
K_T (SZOA)	0.92	1.25	1.49	1.74	1.83	1.895	2.03	2.14	2.49	2.91	3.50	3.97
K_T (SZOB)	0.97	1.10	1.20	1.30	1.34	1.365	1.42	1.46	1.61	1.78	2.02	2.21



CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA.

Obiettivo del terzo livello di regionalizzazione dei massimi annuali delle piogge brevi è la definizione di relazioni utili alla valutazione di un parametro di posizione della distribuzione di probabilità (generalmente la media) in un generico sito o come valore caratteristico di un'area.

Nel caso specifico, l'analisi delle medie delle piogge brevi è stata valutata nell'identificazione delle isoiete alle diverse durate, utilizzando un metodo geostatistico, il Kriging, in analogia a quanto proposto da altri autori (Franchini e Galeati, 1994 e Gabriele e Iiritano, 1994). Tale metodo, a differenza di altri, consente di interpolare i dati tenendo conto della relazione fra la varianza campionaria e la varianza spaziale, secondo un approccio di tipo stocastico.

Attraverso l'analisi geostatistica dei dati osservati, è quindi possibile la stima delle grandezze utili alla valutazione delle curve di probabilità pluviometrica, nella formulazione a due parametri del tipo

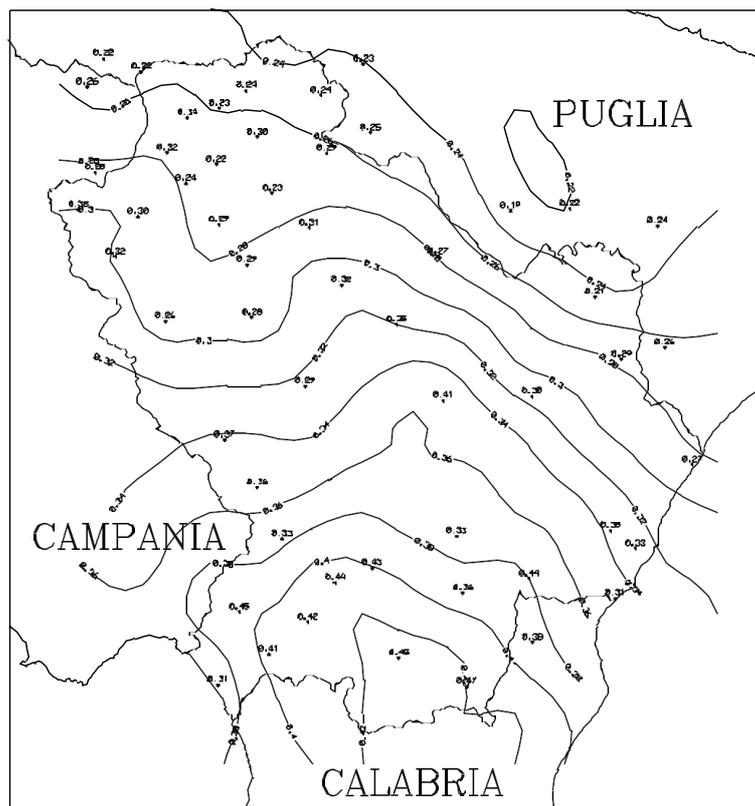
$$\mu(X_a) = a \cdot D^n,$$

che descrive l'andamento, con la durata, delle altezze di precipitazione delle medie degli eventi massimi annuali.

I parametri ottenuti dalla procedura di interpolazione geostatistica su descritta, e in particolare la media delle precipitazioni massime di durata oraria a e l'esponente n , sono stati definiti sull'intero territorio lucano attraverso una rappresentazione ad isolinee, che è riportata graficamente nelle successive figure:



Isolinee del coefficiente a della curva di probabilità pluviometrica (da Claps e Straziuso, 1996).

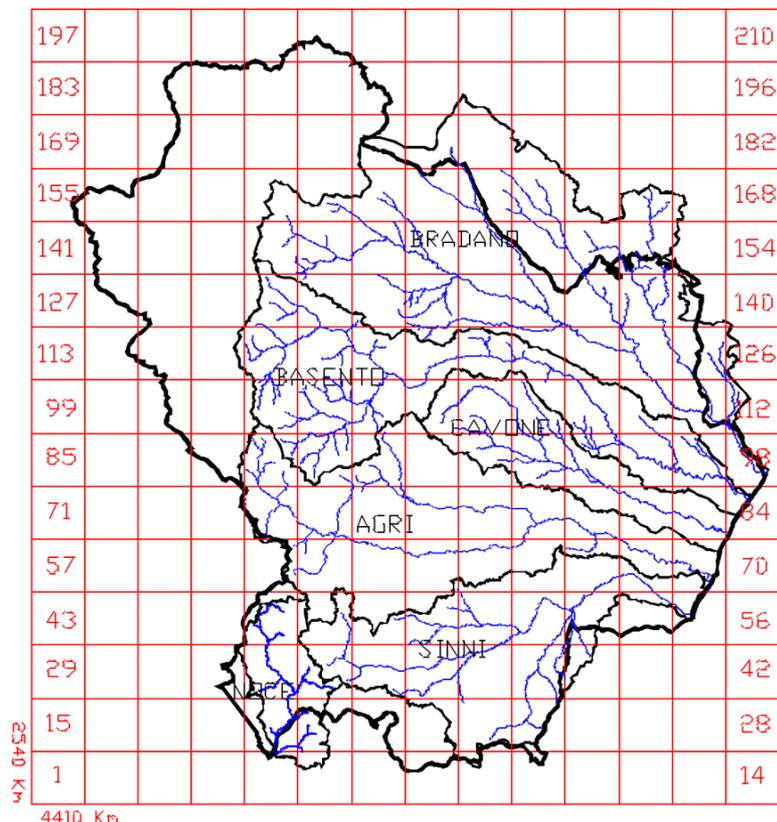


Isolinee dell'esponente n della curva di probabilità pluviometrica (da Claps e Straziuso, 1996).

Una valutazione più precisa dei due parametri delle curve di probabilità pluviometrica riferite ai valori medi areali delle precipitazioni massime osservate, è disponibile nel rapporto VAPI Basilicata. In tale rapporto (Claps e Straziuso, 1996, VAPI Basilicata, 1999), attraverso una rappresentazione grafica a celle quadrate di lato pari a 10 Km, sono tabellati i valori medi del log (a) e di n . La suddivisione per celle utilizzata nel territorio lucano è riportata graficamente e numericamente, nelle seguenti figure e tabelle.

Usando i valori medi di log (a) e di n relativi alle celle, si può ottenere l'espressione della legge di pioggia riferita ad

un'area attraverso una media pesata dei suddetti valori tra le celle che ricoprono l'area stessa.



Suddivisione della regione in esame in celle di lato 10 Km

TABELLA - Stime puntuali dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

Stazione	a	n	Stazione	a	n
Acerenza	19.96	0.31	Monticchio Bagni	23.77	0.32
Altamura	27.25	0.22	Muro Lucano	22.91	0.32
Anzi	19.20	0.29	Nova Siri Scalo	32.40	0.31
Atella	24.06	0.24	Oriolo	29.14	0.38
Calitri	24.48	0.25	Palazzo San Gervasio	20.88	0.29
Castel Lagopesole	23.70	0.29	Pescopagano	24.59	0.35
Castelsaraceno	22.06	0.44	Picerno	20.97	0.26
Cogliandrino	24.68	0.42	Policoro	24.69	0.33
Diga Rendina	22.49	0.23	Potenza	22.51	0.28
Ferrandina	22.62	0.30	Recoleta	20.87	0.35
Forenza	26.29	0.23	Ripacandida	26.30	0.22
Ginosa	30.27	0.26	Rocchetta S. Antonio	26.13	0.22
Gravina in Puglia	34.16	0.19	Rocchetta S. A. scalo	25.58	0.22
Irsina	23.06	0.27	S. Arcangelo	20.50	0.33
Isca di Tramutola	18.99	0.36	S. Chirico Raparo	16.52	0.43
Lacedonia	26.23	0.26	S. Fele	22.42	0.30
Lagonegro	29.35	0.45	S. Mauro Forte	21.35	0.41
Lauria inferiore	32.43	0.41	S. Nicola di Avigliano	18.76	0.29
Lavello	24.68	0.24	S. Severino Lucano	20.15	0.45
Maratea	31.51	0.31	Santeramo in Colle	29.02	0.24
Marsico Nuovo	20.09	0.37	Senise	22.22	0.36
Matera	28.35	0.21	Spinazzola	24.62	0.25
Melfi	23.17	0.34	Terranova del Pollino	22.80	0.47
Metaponto	28.20	0.27	Tolve	19.62	0.32
Minervino	30.66	0.23	Tricarico	19.66	0.35
Moliterno	23.48	0.33	Valsinni	25.26	0.44
Montemilone	25.03	0.24	Venosa	21.49	0.30
Montescaglioso	26.77	0.29			

TABELLA - Valori medi per celle dei parametri della curva di probabilità pluviometrica

Numero cella	X (Km)	Y (Km)	log(a)	n	Numero cella	X (Km)	Y (Km)	log(a)	n
5	2585	4415	1.477	0.381	96	2655	4475	1.391	0.309
6	2595	4415	1.457	0.398	97	2665	4475	1.419	0.293
7	2605	4415	1.431	0.412	98	2675	4475	1.443	0.279
8	2615	4415	1.407	0.420	101	2565	4485	1.342	0.323
9	2625	4415	1.406	0.420	102	2575	4485	1.333	0.319
10	2635	4415	1.414	0.420	103	2585	4485	1.316	0.320
18	2575	4425	1.455	0.372	104	2595	4485	1.301	0.322
19	2585	4425	1.477	0.380	105	2605	4485	1.301	0.333
20	2595	4425	1.455	0.403	106	2615	4485	1.316	0.346
21	2605	4425	1.414	0.414	107	2625	4485	1.334	0.347
22	2615	4425	1.379	0.420	108	2635	4485	1.355	0.327
23	2625	4425	1.376	0.420	109	2645	4485	1.380	0.307
24	2635	4425	1.399	0.415	110	2655	4485	1.407	0.294
32	2575	4435	1.467	0.375	111	2665	4485	1.435	0.280
33	2585	4435	1.465	0.390	112	2675	4485	1.435	0.280
34	2595	4435	1.437	0.404	116	2575	4495	1.336	0.299
35	2605	4435	1.382	0.416	117	2585	4495	1.320	0.299
36	2615	4435	1.345	0.420	118	2595	4495	1.311	0.304
37	2625	4435	1.350	0.417	119	2605	4495	1.304	0.322
38	2635	4435	1.390	0.403	120	2615	4495	1.321	0.327
39	2645	4435	1.415	0.384	121	2625	4495	1.342	0.322
47	2585	4445	1.427	0.386	122	2635	4495	1.377	0.303
48	2595	4445	1.395	0.399	123	2645	4495	1.405	0.281
49	2605	4445	1.342	0.409	124	2655	4495	1.428	0.270
50	2615	4445	1.315	0.406	125	2665	4495	1.447	0.260
51	2625	4445	1.332	0.394	126	2675	4495	1.455	0.260
52	2635	4445	1.370	0.389	131	2585	4505	1.331	0.287
53	2645	4445	1.408	0.377	132	2595	4505	1.324	0.298
54	2655	4445	1.415	0.355	133	2605	4505	1.322	0.310
55	2665	4445	1.423	0.340	134	2615	4505	1.334	0.306
61	2585	4455	1.378	0.370	135	2625	4505	1.366	0.292
62	2595	4455	1.351	0.377	136	2635	4505	1.405	0.275
63	2605	4455	1.317	0.389	137	2645	4505	1.431	0.257
64	2615	4455	1.301	0.385	138	2655	4505	1.447	0.240
65	2625	4455	1.321	0.377	139	2665	4505	1.455	0.240
66	2635	4455	1.349	0.372	145	2585	4515	1.348	0.280
67	2645	4455	1.377	0.364	146	2595	4515	1.339	0.285
68	2655	4455	1.395	0.346	147	2605	4515	1.341	0.291
69	2665	4455	1.414	0.325	148	2615	4515	1.357	0.286
74	2575	4465	1.363	0.350	149	2625	4515	1.397	0.270
75	2585	4465	1.336	0.354	150	2635	4515	1.442	0.248
76	2595	4465	1.317	0.356	151	2645	4515	1.447	0.233
77	2605	4465	1.301	0.366	152	2655	4515	1.455	0.230
78	2615	4465	1.304	0.370	153	2665	4515	1.455	0.235
79	2625	4465	1.321	0.367	159	2585	4525	1.374	0.273
80	2635	4465	1.339	0.361	160	2595	4525	1.356	0.272
81	2645	4465	1.363	0.347	161	2605	4525	1.356	0.272
82	2655	4465	1.380	0.331	162	2615	4525	1.384	0.264
83	2665	4465	1.407	0.310	163	2625	4525	1.423	0.254
84	2675	4465	1.434	0.295	164	2635	4525	1.447	0.235
87	2565	4475	1.356	0.333	165	2645	4525	1.455	0.220
88	2575	4475	1.339	0.338	166	2655	4525	1.455	0.220
89	2585	4475	1.318	0.341	167	2665	4525	1.455	0.220
90	2595	4475	1.301	0.339	175	2605	4535	1.382	0.258
91	2605	4475	1.301	0.347	176	2615	4535	1.412	0.250
92	2615	4475	1.311	0.360	177	2625	4535	1.441	0.240
93	2625	4475	1.326	0.359	178	2635	4535	1.452	0.230
94	2635	4475	1.341	0.347	190	2615	4545	1.441	0.241
95	2645	4475	1.365	0.331	191	2625	4545	1.447	0.235

Per il presente caso di studio, relativo alla parte di monte del Fosso Fasullo, la cella di riferimento è la numero **21**, alla quale corrisponde la seguente equazione della curva di probabilità pluviometrica:

$$h = 25.94 D^{0.414}$$

L'espressione suindicata, se moltiplicata per il fattore probabilistico di crescita K_T della **sottozona A** (SZOA), consente la definizione delle curve di probabilità pluviometrica dell'area di intervento, al variare del tempo di ritorno dell'evento considerato.

Si riportano di seguito le equazioni delle curve di probabilità pluviometrica corrispondenti ai tempi di ritorno presi in considerazione:

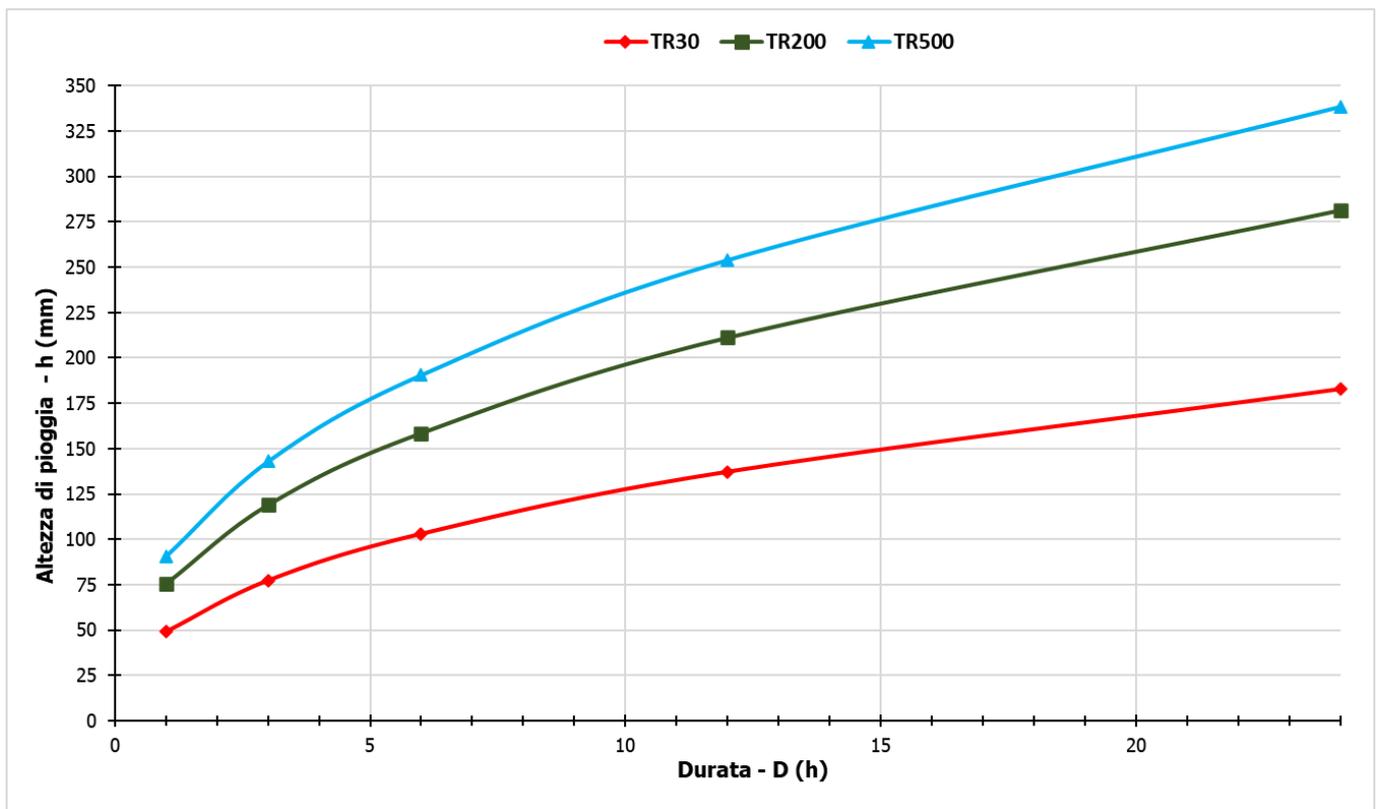
- Alta Probabilità di Inondazione (AP) $T_R = 30$ anni $\rightarrow K_T = 1.895 \rightarrow h = 49.16 D^{0.414}$;
- Media Probabilità di Inondazione (MP) $T_R = 200$ anni $\rightarrow K_T = 2.91 \rightarrow h = 75.49 D^{0.414}$;
- Bassa Probabilità di Inondazione (BP) $T_R = 500$ anni $\rightarrow K_T = 3.50 \rightarrow h = 90.79 D^{0.414}$.

La tabella seguente riassume i valori massimi dell'altezza di pioggia al variare del tempo di ritorno e della durata, ricavati utilizzando la metodologia VAPI Basilicata applicata alla cella n. 21:

TABELLA: Massimi annuali di precipitazione

VAPI Basilicata Tempo di ritorno - T_R (anni)	Altezza di pioggia - h (mm)				
	1h	3h	6h	12h	24h
30	49.16	77.47	103.22	137.53	183.24
200	75.49	118.96	158.51	211.19	281.38
500	90.79	143.08	190.63	253.99	338.41

Nella figura seguente vengono rappresentate graficamente le curve di probabilità pluviometrica:



Curva di probabilità pluviometrica.

6. METODOLOGIA DELL'ANALISI IDRAULICA.

Per quanto attiene all'analisi idraulica, si è fatto riferimento ai risultati ottenuti nell'ambito del Rapporto di Valutazione delle Piene in Basilicata (1999), nel seguito denominato VAPI Basilicata, a cura del Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI).

STIMA DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA.

In generale la massima portata al colmo di piena, Q_T , corrispondente ad un prefissato periodo di ritorno T , può essere calcolata con una relazione del tipo:

$$Q_T = K_T m(Q)$$

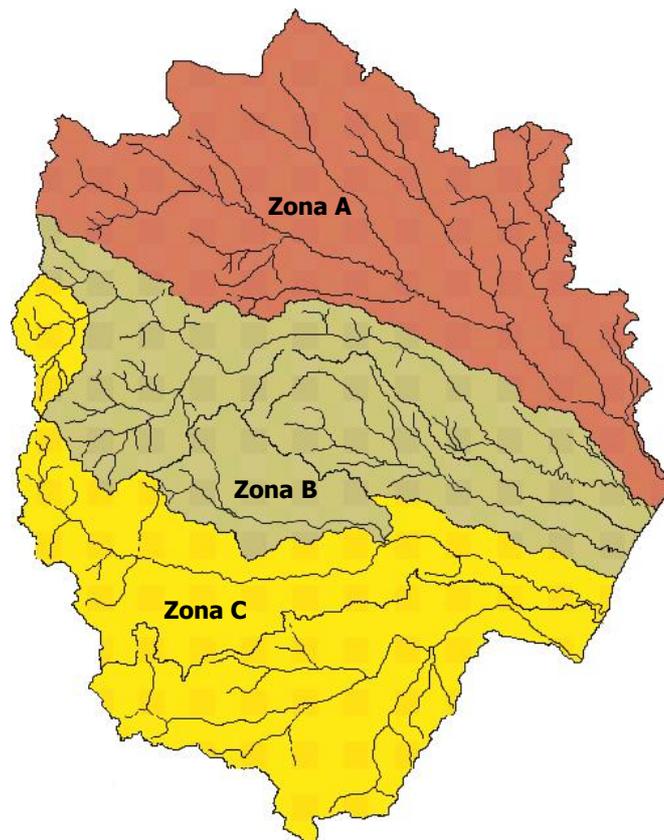
dove:

- K_T è il *fattore probabilistico di crescita*, dipendente dal periodo di ritorno è risulta costante su ampie zone omogenee;
- $m(Q)$ è la *piena indice*, cioè la media della distribuzione dei massimi annuali della portata al colmo di piena.

Stima del fattore di crescita K_T .

Ai fini della stima del fattore di crescita K_T , la Basilicata può considerarsi divisa in 3 sottozone idrologicamente omogenee e precisamente:

- **Sottozona A:** si identifica praticamente con l'intero bacino del Bradano. Tale bacino è in assoluto quello caratterizzato dalla maggiore aridità di tutta la regione, con il suolo è il più delle volte asciutto prima delle piene. Va poi rimarcata la presenza di zone carsiche all'interno del bacino.
- **Sottozona B:** comprendente il medio e basso bacino del Basento, le cui caratteristiche sono non molto dissimili da quelle della zona A, anche se il numero medio degli eventi è leggermente maggiore. Ai fini di questa suddivisione, il basso Basento si può approssimativamente far iniziare a valle della città di Potenza.
- **Sottozona C:** dove si fa rientrare l'Agri, il Sinni e l'alto bacino del Basento ovvero la zona a monte di Potenza. In quest'ultima sottozona il numero degli eventi piovosi significativi ai fini delle piene è molto maggiore rispetto agli altri bacini del versante ionico.



Sottozone omogenee al II livello di regionalizzazione delle piene

In analogia ai criteri probabilistici adottati per la regionalizzazione delle piogge, per i massimi annuali delle piene giornaliere è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), sintetizzato nella correlazione di K_T e T attraverso l'equazione:

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp\left(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k/\theta_*}\right)}$$

I parametri che definiscono la distribuzione di probabilità cumulata del fattore di crescita K_T per le 3 sottozone omogenee della Basilicata, sono riportati a:

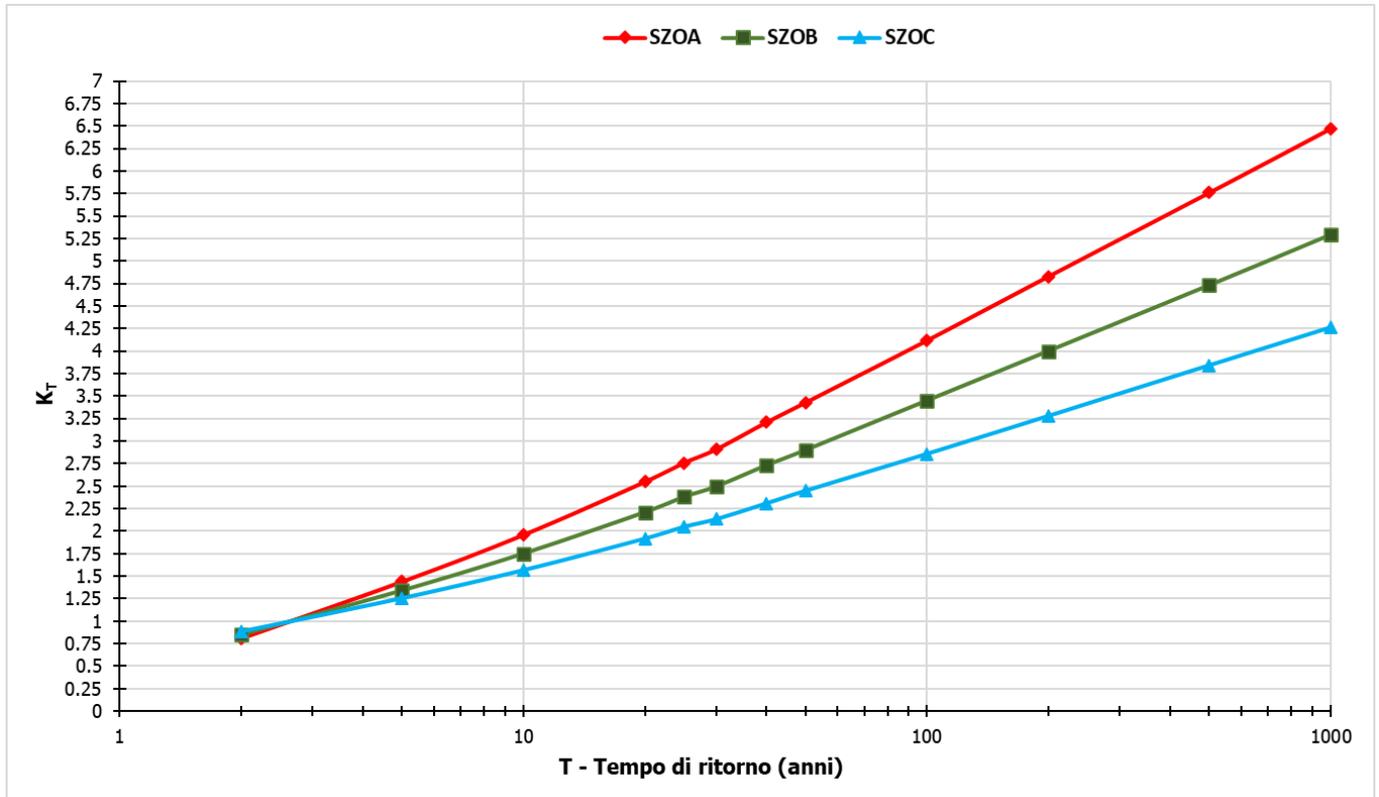
TABELLA - Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piene in Basilicata

Sottozona (SZO)	Λ^*	θ^*	$\Lambda 1$	η
A	0.350	2.654	3.56	2.598
B	0.350	2.654	7.30	3.316
C	0.350	2.654	20.80	4.363

Nella tabella seguente si riportano i valori di K_T ottenuti numericamente dalla formula precedente per alcuni valori del periodo di ritorno:

TABELLA - Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piene in Basilicata, per alcuni valori del periodo T .

T (anni)	2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
KT (SZOA)	0.81	1.44	1.96	2.55	2.76	2.910	3.21	3.43	4.12	4.83	5.76	6.47
KT (SZOB)	0.85	1.34	1.75	2.21	2.38	2.495	2.73	2.90	3.45	4.00	4.73	5.29
KT (SZOC)	0.89	1.26	1.57	1.92	2.05	2.135	2.31	2.45	2.86	3.28	3.84	4.26



In alternativa è possibile ricavare il valore del fattore di crescita K_T in funzione del valore di T , attraverso un'approssimazione asintotica della legge di crescita descritta dall'equazione semplificata:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* L_n A_*}{\eta} + \frac{L_n A_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} L_n T = a + b L_n T$$

ottenendo, per le 3 sottozone omogenee della Basilicata le seguenti espressioni:

$$(SZO A) \quad K_T = -0.5836 + 1.0216 L_n T$$

$$(SZO B) \quad K_T = -0.2407 + 0.8004 L_n T$$

$$(SZO C) \quad K_T = 0.0575 + 0.6083 L_n T$$

Per valori del periodo di ritorno superiori a 10 anni, l'errore nell'uso dell'equazione semplificata è sempre inferiore al 10 % in tutte le SZO.

Stima della piena indice $m(Q)$.

Per poter pervenire alla stima della distribuzione di probabilità delle QT in una generica sezione fluviale, l'unico parametro che rimane da ricavare è la piena indice $m(Q)$, cioè il valor medio della distribuzione del massimo annuale della portata al colmo di piena, quantità fortemente influenzata dall'area A del bacino idrografico.

Nell'ambito del terzo livello di regionalizzazione, la relazione empirica tra $m(Q)$ ed area A risulta ben specificata da una legge del tipo $m(Q) = k A^\alpha$.

Le regressioni effettuate tra piena media e area del bacino hanno permesso di suddividere la regione Basilicata in due aree omogenee, fornendo le seguenti relazioni:

- **Area Omogenea 1**, include i bacini del Bradano, Basento, Cavone e Agri:

$$m(Q) = 2.13 A^{0.766}$$

- **Area Omogenea 2**, include i bacini del Sinni, Lao e Noce:

$$m(Q) = 5.98 A^{0.645}$$

Il coefficiente di determinazione ottenuto è tale da far ritenere la stima di $m(Q)$ sufficientemente affidabile anche per valutazioni di una certa importanza, purché riferite a bacini direttamente considerati nell'analisi. Per analogia morfologica e climatica tali risultati si possono considerare validi anche per bacini privi di stazioni di misura.

Stima delle portate al colmo di piena Q_T .

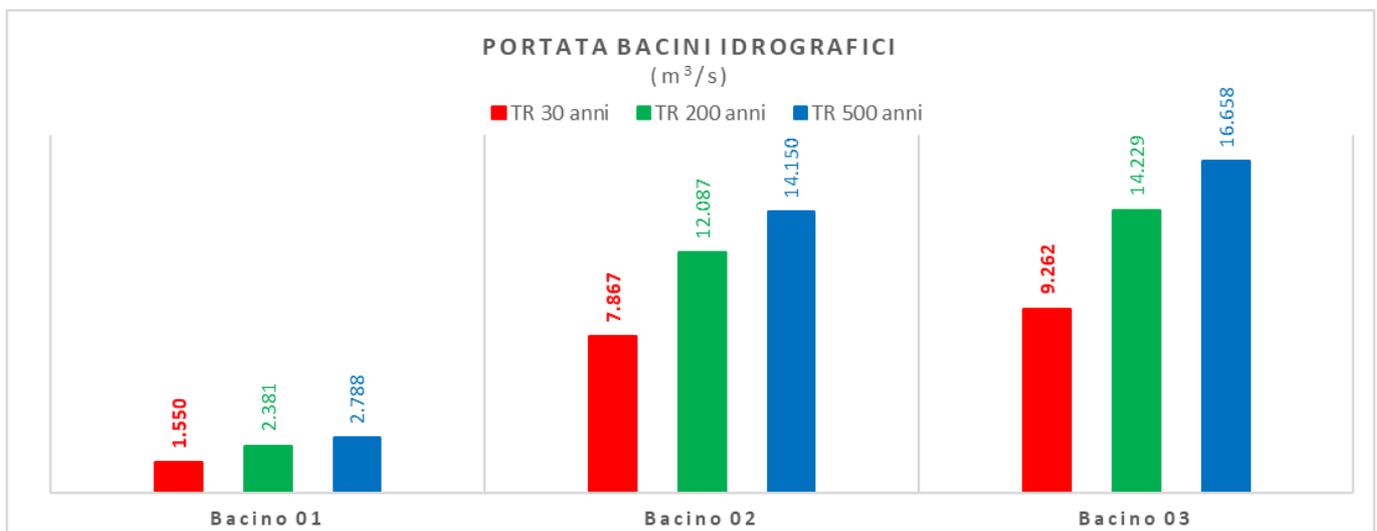
I bacini idrografici di interesse progettuale ricadono nella sottozona C per quanto attiene al fattore di crescita K_T e nella zona omogenea 2 per quanto riguarda il calcolo della piena indice $m(Q)$:

T (anni)	30	200	500
KT (SZOC)	2.135	3.28	3.84

	Bacino 01	Bacino 02	Bacino 03
Superficie (km ²)	0.038	0.472	0.608
m(Q) (m ³ /s)	0.726	3.685	4.338

L'applicazione delle relazioni descritte in precedenza ha, quindi, consentito la determinazione dei valori delle portate al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno (30, 200 e 500 anni) dei bacini idrografici d'interesse progettuale. Le portate afferenti alla sezione di chiusura dei bacini, utilizzate nella successiva modellazione idraulica, sono risultate pari a:

Q (m ³ /sec)	AP Alta Probabilità di inondazione	MP Media Probabilità di inondazione	BP Bassa Probabilità di inondazione
	Tr = 30 anni	Tr = 200 anni	Tr = 500 anni
Bacino 01	1.550	2.381	2.788
Bacino 02	7.867	12.087	14.150
Bacino 03	9.262	14.229	16.658



7. MODELLAZIONE IDRAULICA.

Premessa.

Il presente studio è finalizzato all'analisi delle condizioni idrauliche che si instaurano lungo il torrente Fasulo e i suoi 2 affluenti in corrispondenza delle sezioni in cui la condotta idrica li attraversa, in occasione della portata di piena per assegnato tempo di ritorno, al fine di verificare se la corrispondente vena d'acqua possa interferire con una eventuale tubazione pensile di progetto e quindi definire, al transito della piena bicentenaria, un congruo franco di sicurezza di almeno 1 metro.

A tal proposito lo studio del modello idraulico è stato condotto con l'ausilio del software HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Service - River Analysis System*), versione 6.3.1 del settembre 2022, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center per conto di U.S. Army Corps of Engineers e distribuito, gratuitamente, dal WRCS (Water Resources Consulting Service).

Questo software consente la simulazione di flussi idrici nell'ipotesi di corrente monodimensionale, sia in moto permanente che in moto vario.

Il sistema comprende una interfaccia grafica, componenti separate per le analisi idrauliche dei due diversi tipi di moto, possibilità di analisi e memorizzazione dati, possibilità di esportazione e graficizzazione dei risultati.

Elemento chiave è che entrambi i tipi di simulazione citati usano una comune rappresentazione geometrica dei dati (l'alveo e le sue caratteristiche fisiche, geometriche ed idrauliche) e una comune routine di calcolo geometrico ed idraulico preliminare.

HEC-RAS è progettato per effettuare calcoli idraulici monodimensionali per una rete completa di canali naturali ed artificiali. Nel caso di moto permanente, il software è in grado di modellare profili di correnti lente, veloci ed anche miste quando richiesto o ritenuto opportuno automaticamente dal programma.

Il calcolo è stato svolto in condizioni di moto permanente utilizzando i valori delle portate di piena riportati in precedenza, corrispondenti a tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni.

Ipotesi di progetto.

L'analisi idraulica è stata condotta in regime di deflusso a moto uniforme e nell'ipotesi di moto uniforme come condizione al contorno nella sezione di monte (linea del pelo libero parallela al fondo).

La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica.

L'equazione dei momenti è utilizzata nelle situazioni in cui il pelo libero dell'acqua subisce variazioni repentine. In questa situazione ricade, pertanto, la valutazione in corrente mista come ad esempio nel caso di risalito idraulico.

Il sistema di calcolo in modo permanente è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni dei corsi d'acqua. Nei calcoli idraulici si tiene conto dell'eventuale effetto di ostruzione indotto dalla presenza di opere d'arte e, inoltre, è possibile valutare il cambiamento nelle caratteristiche di moto dovuto alla rettificazione della sezione fluviale.

Determinazione del modello e inserimento dei dati geometrici.

Per la simulazione del modello idraulico a moto permanente, come detto precedentemente, è stato utilizzato il programma HEC-RAS in modo tale da determinare le altezze liquide di invaso dell'alveo e delle eventuali aree golenali. Il software permette, tramite l'inserimento di dati geometrici e idrometrici riguardanti l'alveo e il corso d'acqua, di costruire il modello idraulico e di studiare il comportamento dal punto di vista idraulico in base alla portata con cui viene sollecitato il modello.

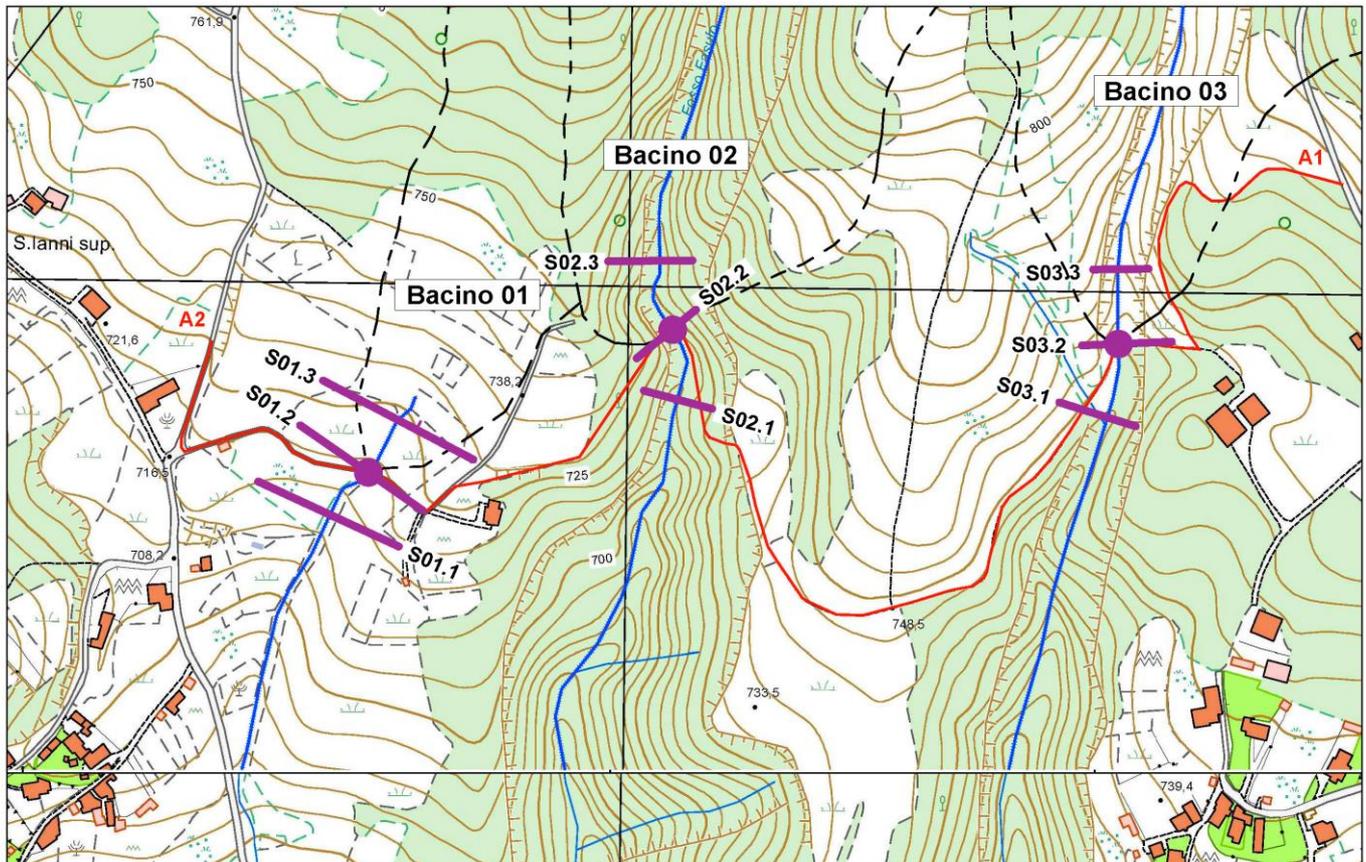
I risultati possono quindi essere consultati sia attraverso una rappresentazione tabellare che attraverso una rappresentazione grafica bi e tridimensionale per un riscontro immediato degli aspetti idraulici.

La prima fase consiste nell'inserimento dei dati geometrici, ovvero nel disegno del tratto d'alveo da analizzare tracciando il sistema del corso d'acqua e le sue (eventuali) connessioni secondo la direzione di scorrimento dell'acqua. Terminata questa fase sono state inserite le sezioni trasversali dell'alveo, in parte acquisite mediante una campagna di rilievo GPS effettuata in loco ed in parte ricavate dalla cartografia esistente.

In particolare sono state inserite n. 3 sezioni con equidistanza di 40-50 m, numerate progressivamente da monte verso valle, per ogni bacino idrografico come da tabella e immagine allegate, evidenziando in rosso le sezioni interessate dalla nuova condotta idrica.

BACINO IDROGRAFICO	SEZIONI IDRAULICHE		
01	S.01.1	S.01.2	S.01.3
02	S.02.1	S.02.2	S.02.3
03	S.03.1	S.03.2	S.03.3

SEZIONI IDRAULICHE - CARTA TECNICA REGIONALE - Scala 1:5.000



Calibrazione del modello.

Dopo l'inserimento dei dati geometrici e delle condizioni al contorno per il calcolo idraulico, si è inserito all'interno del software le quote dei cigli spondali (levees) al fine di evincere le differenze di quota rispetto ai tiranti calcolati tramite l'utilizzo del solutore HEC-RAS.

L'ultimo passaggio è stato poi quello della calibrazione del modello matematico che consiste nella variazione dei parametri del modello finché questo non è in grado di simulare con accuratezza accettabile gli eventi realmente osservati e attesi.

Tale calibrazione consiste essenzialmente in:

- eseguire una serie di simulazioni in moto permanente relative a diverse portate, calibrando i valori del coefficiente di scabrezza di Manning in base a scale di deflusso ricavate presso stazioni di misura oppure in base ai segni lasciati da eventi di piena di cui si possiede adeguata documentazione;
- selezionare alcuni eventi di piena di riferimento da simulare in moto permanente, assicurandosi che tali eventi coprano l'intero campo di portate che interessa, da quelle basse a quelle di piena, sia durante la fase crescente dell'onda di piena che durante la fase calante;
- controllare i valori dei coefficienti di scabrezza di Manning in modo da riprodurre fedelmente i profili di rigurgito degli eventi di riferimento;
- controllare l'accuratezza del modello simulando eventi di verifica diversi da quelli di riferimento utilizzati per la calibrazione.

Condizioni al contorno.

Per le condizioni al contorno di tipo esterno si intendono le altezze idriche da assegnare nella sezione di calcolo posta a valle e in tutte le sezioni iniziali poste a monte del reticolo idrografico.

Per le sezioni di monte e di valle dei tratti studiati si è fissata l'altezza di moto uniforme, ovvero la pendenza dell'alveo. Le condizioni interne sono automaticamente impostate dal software, a seconda di come il tratto del corso d'acqua è stato modellato nell'editor geometrico.

Scabrezza di Manning.

Le simulazioni sono state condotte utilizzando un valore del coefficiente di scabrezza di Manning (n) pari a 0.033 per il letto dell'alveo e per l'area golenale (canale con presenza di erbacce e pietre), mentre per la fascia limitrofa sulle sponde dell'alveo è stato utilizzato il valore 0.08 tipico di aree alberate con vegetazione arbustiva.

I valori adottati sono consigliati per alvei con presenza di vegetazione e sono cautelativi ai fini delle determinazioni idrauliche conseguenti.

Tale scelta è stata altresì verificata e confermata anche mediante una analisi di sensibilità, attraverso la quale si è potuto rilevare che, facendo variare (aumentando o diminuendo) il coefficiente di Manning di un'aliquota pari a 0.01 (restando nel range assimilabile alla tipologia dell'alveo in esame), si genera una variazione di livello idrico nell'ordine di qualche centimetro, quindi trascurabile ai fini della determinazione dei deflussi di piena.

8. RISULTATI DELLO STUDIO IDRAULICO.

Nel seguito si riportano e si commentano i risultati dello studio idraulico delle aste fluviali modellate.

In particolare sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, in condizioni di moto permanente e flusso monodimensionale, in corrispondenza delle portate di piena caratterizzate da tempi di ritorno TR di 30, 200 e 500 anni.

Tali verifiche hanno consentito, grazie all'ausilio del software HEC-RAS, di definire le caratteristiche proprie del deflusso e, in particolare, il massimo livello idrico raggiunto in ogni sezione, oltre che la pendenza della linea dell'energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc..

Tutte queste informazioni sono indicate sotto forma numerica nelle tabelle riassuntive seguenti, nelle quali, al variare del tempo di ritorno e per ognuna delle sezioni, sono riportati i dati relativi ai principali parametri idraulici desunti dal calcolo al passaggio dell'onda di piena:

HEC-RAS Plan: FasuloBacino01 River: Fasulo Reach: Bacino 01

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Bacino 01	01.3	TR30	1.55	724.00	724.19	724.27	724.47	0.137611	2.35	0.66	6.92	2.42
Bacino 01	01.3	TR200	2.38	724.00	724.22	724.32	724.57	0.137450	2.61	0.91	8.13	2.49
Bacino 01	01.3	TR500	2.79	724.00	724.24	724.34	724.61	0.137648	2.72	1.03	8.62	2.52
Bacino 01	01.2	TR30	1.55	718.50	718.73	718.82	719.06	0.132676	2.57	0.60	5.35	2.44
Bacino 01	01.2	TR200	2.38	718.50	718.76	718.88	719.18	0.131890	2.85	0.83	6.30	2.50
Bacino 01	01.2	TR500	2.79	718.50	718.78	718.91	719.23	0.131360	2.96	0.94	6.68	2.52
Bacino 01	01.1	TR30	1.55	712.20	712.40	712.50	712.79	0.187466	2.79	0.56	5.64	2.84
Bacino 01	01.1	TR200	2.38	712.20	712.43	712.55	712.92	0.187776	3.11	0.77	6.62	2.92
Bacino 01	01.1	TR500	2.79	712.20	712.45	712.58	712.98	0.188491	3.24	0.86	7.02	2.96

HEC-RAS Plan: FasuloBacino02 River: Fasulo Reach: Bacino 02

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Bacino 02	02.3	TR30	7.87	727.20	727.52	727.81	728.71	0.144228	4.84	1.63	5.81	2.92
Bacino 02	02.3	TR200	12.09	727.20	727.61	727.99	729.20	0.144203	5.59	2.16	6.19	3.02
Bacino 02	02.3	TR500	14.15	727.20	727.64	728.07	729.41	0.144207	5.88	2.40	6.35	3.05
Bacino 02	02.2	TR30	7.87	720.00	720.32	720.63	721.55	0.141913	4.91	1.60	5.49	2.90
Bacino 02	02.2	TR200	12.09	720.00	720.41	720.82	722.06	0.140999	5.69	2.13	5.78	2.99
Bacino 02	02.2	TR500	14.15	720.00	720.45	720.90	722.28	0.140583	5.99	2.36	5.90	3.02
Bacino 02	02.1	TR30	7.87	713.75	714.14	714.45	715.28	0.110813	4.73	1.66	4.98	2.61
Bacino 02	02.1	TR200	12.09	713.75	714.25	714.65	715.76	0.112001	5.45	2.22	5.36	2.71
Bacino 02	02.1	TR500	14.15	713.75	714.29	714.73	715.97	0.112564	5.74	2.46	5.52	2.75

HEC-RAS Plan: FasuloBacino03 River: Fasulo Reach: Bacino 03

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Bacino 03	03.3	TR30	9.26	760.00	760.48	760.93	762.53	0.180293	6.35	1.46	3.97	3.34
Bacino 03	03.3	TR200	14.23	760.00	760.60	761.16	763.23	0.180178	7.19	1.98	4.44	3.44
Bacino 03	03.3	TR500	16.66	760.00	760.65	761.25	763.53	0.180250	7.52	2.22	4.63	3.47
Bacino 03	03.2	TR30	9.26	751.00	751.31	751.63	752.82	0.202765	5.44	1.70	6.67	3.44
Bacino 03	03.2	TR200	14.23	751.00	751.39	751.81	753.40	0.207225	6.29	2.26	7.24	3.59
Bacino 03	03.2	TR500	16.66	751.00	751.42	751.88	753.65	0.208735	6.62	2.52	7.49	3.65
Bacino 03	03.1	TR30	9.26	744.50	745.05	745.28	745.89	0.095674	4.07	2.27	7.86	2.42
Bacino 03	03.1	TR200	14.23	744.50	745.14	745.45	746.29	0.097364	4.75	3.00	8.30	2.52
Bacino 03	03.1	TR500	16.66	744.50	745.18	745.52	746.46	0.098158	5.02	3.32	8.49	2.56

Simbologia:

- Q Total = portata totale espressa in m³/s;
- Min Ch El = quote del fondo dell'alveo;
- W.S. Elev = quota del pelo libero;
- Crit W.S. = quota critica del pelo libero;
- E.G. Elev = quota della linea dell'energia;
- E.G. Slope = pendenza della linea dell'energia;
- Vel Chnl = velocità media della corrente nell'alveo;
- Flow Area = area totale della sezione liquida effettiva;
- Top Width = larghezza superficiale della sezione liquida;
- Froude # Chl = numero di Froude dell'alveo.

Nelle tabelle precedenti le sezioni idrauliche di interesse progettuale sono indicate con carattere in grassetto di colore rosso.

Osservando i risultati dello studio idraulico conseguito con il software HEC-RAS, si evince che i corsi d'acqua in esame sono sufficienti a contenere la portata di piena corrispondente ai tempi di ritorno TR di 30, 200 e 500 anni, in alveo o nell'aree golenali.

Tali risultati è possibile desumerli anche dalla consultazione dei tabulati grafici dello studio idraulico allegati alla presente relazione, dove vengono rappresentati i livelli idrici di piena per le sezioni e i profili idraulici delle aste fluviali in esame.

9. CONCLUSIONI.

Il presente studio di compatibilità idrologica e idraulica del nuovo tratto di rete idrica ad uso potabile da realizzare in Località Santoianni – Piano della Croce del Comune di Viggianello (PZ), ha permesso di definire le condizioni idrauliche che si instaurano lungo il torrente Fasulo e i suoi 2 affluenti, in corrispondenza delle sezioni in cui la condotta idrica li attraversa (S01.2, S02.2 e S03.2), in occasione della portata di piena per assegnato tempo di ritorno (TR 30, TR 200 e TR 500 anni), al fine di verificare se la corrispondente vena d'acqua possa interferire con una eventuale tubazione pensile di progetto e quindi definire un congruo franco di sicurezza di almeno 1 metro.

A tal proposito, affinché l'opera in progetto non comporti significativi ostacoli o riduzioni apprezzabili della capacità di deflusso delle sezioni idrauliche considerate, nel campo *Quota relativa* della seguente tabella, vengono riportati i valori di altezza del pelo libero rispetto al fondo dell'alveo da considerare nella progettazione:

HEC-RAS River: Fasulo Reach: Bacino 01 – Bacino 02 – Bacino 03

Bacino idrografico	Sezione idraulica	Tempo di ritorno	Portata totale	Quota fondo alveo	Quota pelo libero	Quota relativa
			(m ³ /s)	(m slm)	(m slm)	(m)
01	S01.2	TR30	1.55	718.50	718.73	0.23
		TR200	2.38	718.50	718.76	0.26
		TR500	2.79	718.50	718.78	0.28
02	S02.2	TR30	7.87	720.00	720.32	0.32
		TR200	12.09	720.00	720.41	0.41
		TR500	14.15	720.00	720.45	0.45

03	S03.2	TR30	9.26	751.00	751.31	0.31
		TR200	14.23	751.00	751.39	0.39
		TR500	16.66	751.00	751.42	0.42

10. ALLEGATI.

- Documentazione fotografica.
- Tabulati grafici dello studio idraulico realizzato con il software HEC-RAS.

06 febbraio 2023

Il Progettista

Ing. Vincenzo Blumetti

Emergenza Idrica OM 3187/02
Lavori di rifacimento rete idrica del Centro abitato nel Comune di Viggianello
INTERVENTO DI COMPLETAMENTO

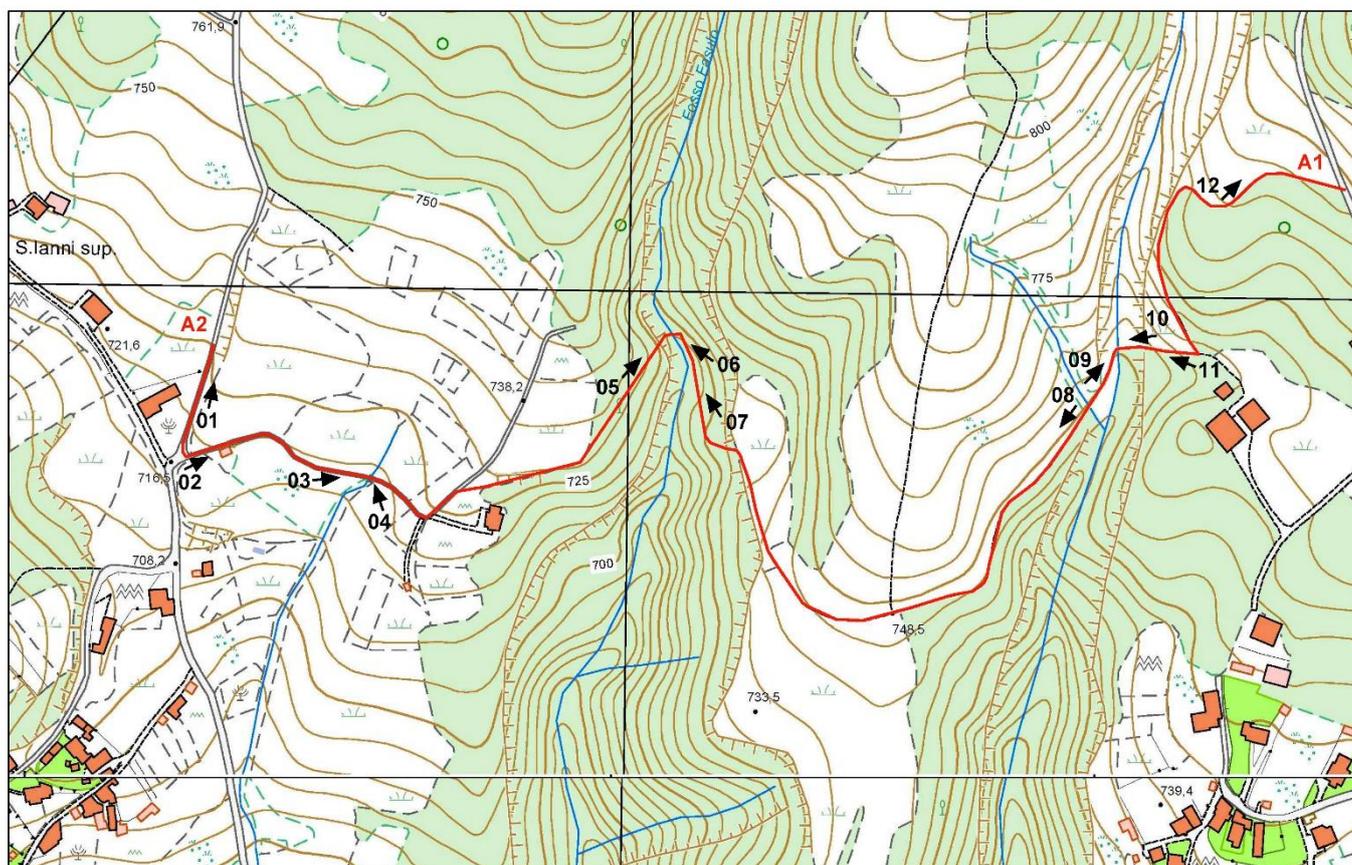
* * * * *

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

La collezione di immagini del presente documento evidenzia lo stato conservativo dei luoghi naturali e antropici interessati dai lavori di posa in opera della nuova condotta idrica in Località Santoianni – Piano della Croce del Comune di Viggianello (PZ).

COROGRAFIA

CARTA TECNICA REGIONALE - TAVOLA 522132-534011 - Scala 1:5.000



— Nuova condotta idrica - Tratto A1-A2, L: 1270 m.



01 – Veduta del serbatoio Santoianni



02



03 – Veduta dell'affluente in destra orografica del Torrente Fasulo



04 – Veduta dell'affluente in destra orografica del Torrente Fasulo



05 – Veduta del Torrente Fasulo



06 – Veduta del Torrente Fasulo



07 – Veduta del Torrente Fasulo



08



09 – Veduta dell'affluente in sinistra orografica del Torrente Fasulo



10 – Veduta dell'affluente in sinistra orografica del Torrente Fasulo



11 – Veduta dell'affluente in sinistra orografica del Torrente Fasulo



12

Emergenza Idrica OM 3187/02
Lavori di rifacimento rete idrica del Centro abitato nel Comune di Viggianello
INTERVENTO DI COMPLETAMENTO

* * * * *

TABULATI GRAFICI DELLO STUDIO IDRAULICO

L'elaborazione numerica condotta con il software HEC-RAS inerente allo studio idraulico delle aste fluviali di interesse progettuale, permette di definire, al variare del tempo di ritorno e per ognuna delle sezioni considerate, le caratteristiche proprie del deflusso quali il massimo livello idrico raggiunto, la pendenza della linea dell'energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc..

I parametri idraulici desunti dal calcolo oltre ad essere restituiti sotto forma tabellare, possono essere consultati in forma grafica attraverso la collezione di immagini del presente documento, dove vengono rappresentati i livelli idrici di piena per le sezioni e i profili idraulici delle aste fluviali in esame.

