

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - CATANZARO – DORSALE JONICA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

ELETTRIFICAZIONE TRATTA LAMEZIA T. – CATANZARO L. (Lotto 01)

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI

ITALFERR S.p.A.
Ordine degli Ingegneri della
Provincia di La Spezia
Dott. Ing. Andrea Nardinocchi
iscritto all'Albo Professionale
- COD. N. A1263/

SCALA

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

RC0W 01 R 78 RI ID0002 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G. De Gianni	Dicembre 2020	A. Tortora	Dicembre 2020	J. D'Amore	Dicembre 2020	D. Tiberti Dicembre 2020

File: RC0W.01.R.78.RI.ID0002.001.B

n. Elab.: 248bis

INDICE

1. PREMESSA	5
2. ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	7
3. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	8
2.1. Stato della pianificazione in materia di rischio alluvioni a livello distrettuale	8
2.2. Il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)	8
2.3. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Calabria	9
2.4. Pericolosità idraulica dell'area di studio.....	10
4. ANALISI IDROLOGICA	13
3.1. Analisi Pluviometrica.....	13
3.1.1. <i>Tempi di ritorno</i>	13
3.1.2. <i>Inquadramento dei bacini imbriferi</i>	13
3.1.3. <i>Stazioni pluviometriche di riferimento</i>	16
3.1.4. <i>Il metodo probabilistico di Gumbel</i>	18
3.1.5. <i>Metodo VAPI Calabria</i>	19
3.1.6. <i>Curve di possibilità pluviometrica di progetto</i>	20
3.2. Determinazione delle portate di massima piena	22
3.2.1. <i>Coefficiente di deflusso</i>	22
3.2.2. <i>Calcolo del tempo di corrivazione</i>	23
3.2.3. <i>Calcolo delle portate di progetto</i>	25
5. ANALISI IDRAULICA.....	27
4.1. Dati di base delle verifiche idrauliche.....	27
4.1.1. <i>Caratteristiche geometriche</i>	27
4.1.2. <i>Definizione dei coefficienti di scabrezza</i>	28
4.1.3. <i>Condizioni al contorno</i>	29
4.2. Verifiche idrauliche.....	30
4.2.1. <i>Interferenza PT07 (Marcellinara)</i>	30
4.2.2. <i>Interferenza PT10 (Monaci)</i>	37
6. CONCLUSIONI.....	45

Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RC0W	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A	FOGLIO 3 di 48
---	------------------	-------------	---------------------	----------------------	-------------------	-------------------

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – PT03 SSE Settingiano: Perimetrazioni PAI_2020	11
Figura 2 – PT04 SSE Catanzaro Lido: Perimetrazioni PAI_2020	11
Figura 3 – PT06 MATS Montecavaliere: Perimetrazioni PAI_2020	11
Figura 4 – PT07 MATS Marcellinara: Perimetrazioni PAI_2020	12
Figura 5 – PT10 MATS Monaci: Perimetrazioni PAI_2020	12
Figura 6 – PT03 SSE Settingiano: Perimetrazioni PAI_2020	14
Figura 7 – PT03 SSE Settingiano: Foto sopralluogo 2019	15
Figura 8 – PT03 SSE Settingiano: Rilievi, CTR e elaborati AS Built.....	15
Figure 9 - Inquadramento su ortofoto dei bacini	16
Figura 10 – Poligoni di Thiessen per le stazioni pluviometriche di riferimento e indicazione dei bacini in studio	17
Figura 11 – Poligoni di Thiessen per le stazioni pluviometriche di riferimento con n≥20anni e indicazione dei bacini in studio.....	18
Figura 12 – CPP Gumbel (TR50,TR200,TR500): Stazione di Marcellinara e Catanzaro	19
Figura 13 – CPP VaPI (TR50,TR200,TR500): Stazione di Marcellinara e Catanzaro ...	20
Figura 14 – CPP Marcellinara (TR50,TR200,TR500): Confronto Gumbel_VaPI	21
Figura 15 – CPP Catanzaro (TR50,TR200,TR500): Confronto Gumbel_VaPI	21
Figura 16 – Tratto di valle del canale PT10	28
Figura 17 - Tratto corso d'acqua modellato – PT07.....	30
Figura 18 – Profilo idraulico PT07	34
Figura 19 – Sezione 284 PT07	34
Figura 20 – Sezione 224 PT07	35
Figura 21 – Sezione 188 PT07	35
Figura 22 – PT07: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500) – Condizione valle (1).....	36
Figura 23 – PT07: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500) – Condizione valle (2).....	36
Figura 24 – Tratto corso d'acqua modellato – PT10.....	37
Figura 25 – Canale PT10.....	38
Figura 26 – Profilo idraulico PT10	42
Figura 27 – Sezione 306 PT10	42
Figura 28 – Sezione 188* PT10.....	43
Figura 29 – Sezione 95 PT10	43
Figura 30 – PT10: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500).....	44
Figura 31 – PT07: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500).....	47
Figura 32 – PT10: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500).....	47

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Opere in progetto	5
Tabella 2 – Vincoli PAI siti di intervento (PAI_2001 e PAI_2020)	6
Tabella 3 – Elaborati di riferimento	7

Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RC0W	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A	FOGLIO 4 di 48
---	------------------	-------------	---------------------	----------------------	-------------------	-------------------

Tabella 4 – Vincoli PAI siti di intervento (PAI_2020).....	10
Tabella 5 - Caratteristiche morfometriche dei bacini.....	16
Tabella 6 – Stazioni pluviometriche di riferimento	17
Tabella 7 – Stazioni pluviometriche di riferimento con n≥20anni	18
Tabella 8 - Parametri a e n delle CPP Gumbel (d>1 ora): Stazione di Marcellinara e Catanzaro.....	19
Tabella 9 - Parametri a e n delle CPP VaPI: Stazione di Marcellinara e Catanzaro	20
Tabella 10 - CPP di progetto per PT07.....	22
Tabella 11 - CPP di progetto per PT10.....	22
Tabella 12 – Valori dei coefficienti di deflusso assunti per le diverse classi di uso del suolo (Chow ed al. 1988).....	23
Tabella 13 – Valori dei coefficienti di deflusso assunti per i bacini in studio al variare del periodo di ritorno (Chow ed al. 1988)	23
Tabella 14 - Valori del tempo di corrivazione.....	25
Tabella 15 – Portata al colmo determinata con il metodo razionale per Tr 50, 200 e 500 anni.....	25
Tabella 16 – Portata di progetto per le interferenze idrauliche oggetto di studio	26
Tabella 17 – Rilievi disponibili.....	27
Tabella 18 - Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning (Chow,1959)	29
Tabella 19 – Condizioni al contorno	30
Tabella 20 – Risultati PT07.....	33
Tabella 21 – Risultati PT10.....	41

Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RC0W	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A	FOGLIO 5 di 48
---	------------------	-------------	---------------------	----------------------	-------------------	-------------------

1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del progetto di fattibilità tecnica economica denominato “Elettrificazione tratta Lamezia T. – Catanzaro L. (lotto 01)” e descrive lo studio idrologico ed idraulico eseguito per la valutazione della compatibilità degli interventi con l’attuale assetto idraulico del territorio, alla luce degli strumenti di pianificazione territoriale e delle disposizioni legislative vigenti in materia di difesa del suolo e di protezione dal rischio idraulico.

Le analisi svolte nel presente documento, rese necessarie a seguito dell’aggiornamento degli strumenti legislativi di pianificazione territoriali, rappresentano un’integrazione agli studi svolti e riportati negli elaborati richiamati al “Capitolo 2 - Elaborati di riferimento”.

Gli interventi in progetto consistono nella realizzazione:

- di sottostazioni elettriche presso i siti di Catanzaro Lido, Settingiano e Feroletto
- di una cabina TE presso il sito di Lamezia Terme
- di piazzali mats in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie: Pianopoli (imbocco LT), Montecavaliere (imbocco lato CZ), Marcellinara (imbocco lato LT e CZ)
- di shelter (2,50x3,50m) in piazzali esistenti presso gli imbocchi delle gallerie: Chiana Munda (imbocco lato LT), Monaci (imbocco lato LT e lato CZ)

N.	WBS	INTERVENTO	Piazzale
1	PT01	Cabina TE - LAMEZIA TERME	Nuovo
2	PT02	SSE - FEROLETO	Nuovo
3	PT03	SSE - SETTIGIANO	Nuovo
4	PT04	SSE - CATANZARO	Nuovo
5	PT05	MATS - PIANOPOLI (imbocco LT)	Nuovo
6	PT06	MATS - MONTECAVALIERE (imbocco CZ)	Nuovo
7	PT07	MATS - MARCELLINARA (imbocco LT)	Nuovo
8	PT08	MATS - MARCELLINARA (imbocco CZ)	Nuovo
9	PT09	MATS - CHIANA MUNDA (imbocco LT)	Esistente
10	PT10	MATS - MONACI (imbocco LT)	Esistente
11	PT11	MATS - MONACI (imbocco CZ)	Esistente

Tabella 1 – Opere in progetto

Le opere ricadono nel territorio di competenza dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale (UoM Regionale Calabria e Interregionale Lao) che di recente, con Decreto del Segretario Generale **n.540 del 13/10/2020**, ha adottato le nuove perimetrazioni del Piano di Assetto Idrogeologico (di seguito **PAI_2020**). Rispetto al precedente scenario di rischio idraulico, rappresentato sulle mappe del “Piano stralcio per l’assetto idrogeologico” della Regione Calabria - approvato con Delibera di Consiglio Regionale n.115 del 28/12/2001” (di seguito **PAI_2001**), le nuove perimetrazioni hanno delle ricadute su alcuni interventi in progetto, che precedentemente risultavano essere esterni ad aree a rischio idraulico e/o di attenzione.

N	SITO	Lotto	WBS	Aree PAI_2001	Aree PAI_2020
1	Cabina TE - LAMEZIA TERME	1	PT01	NO	NO
2	SSE - FEROLETO	1	PT02	NO	NO
3	SSE - SETTIGIANO	1	PT03	NO	AREA ATT_PGRA

N	SITO	Lotto	WBS	Aree PAI_2001	Aree PAI_2020
4	SSE - CATANZARO	1	PT04	R1_PA1	R1_PA1
5	MATS - PIANOPOLI (imbocco LT)	1	PT05	NO	NO
6	MATS - MONTECAVALIERE (imbocco CZ)	1	PT06	NO	AREA ATT_PGRA
7	MATS - MARCELLINARA (imbocco LT)	1	PT07	NO	AREA ATT_PGRA
8	MATS - MARCELLINARA (imbocco CZ)	1	PT08	NO	NO
9	MATS - CHIANA MUNDA (imbocco LT)	1	PT09	NO	NO
10	MATS - MONACI (imbocco LT)	1	PT10	NO	AREA ATT_PGRA
11	MATS - MONACI (imbocco CZ)	1	PT11	NO	NO

Tabella 2 – Vincoli PAI siti di intervento (PAI_2001 e PAI_2020)

Pertanto, per i siti che secondo le nuove perimetrazioni del PAI ricadono in aree vincolate (PT03, PT06, PT07 e PT10) si è proceduto alla verifica di compatibilità idraulica in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR. Per il PT04, ricadente in area a rischio basso (R1), gli strumenti di pianificazione vigente non richiedono analisi di compatibilità idraulica.

In particolare, nel presente documento si riportano gli esiti delle verifiche relative al PT03, PT07 e PT10 mentre per il PT06 si rimanda alle analisi svolte e riportate negli elaborati richiamati al capitolo 2. Si evidenzia che per il PT03 l'analisi idrologica ha riscontrato l'assenza di un reticolo idrografico, quindi, per esso non è stato implementato un modello idraulico.

Nel dettaglio, le analisi effettuate sono state articolate come segue:

- studio della cartografia, della topografia e individuazione delle principali interferenze tra le opere in progetto e l'idrografia superficiale;
- perimetrazione dei bacini idrografici sottesi in corrispondenza delle opere in progetto e studio delle loro caratteristiche geomorfologiche;
- valutazione delle caratteristiche dei bacini e calcolo dei tempi di corrivazione mediante l'utilizzo di diverse equazioni disponibili in letteratura e richiamate nelle linee guida del PAI
- calcolo delle altezze di pioggia per diversi tempi di ritorno mediante il metodo di regionalizzazione VAPI e il modello probabilistico di Gumbel
- calcolo delle massime portate dei bacini idrografici mediante il metodo razionale
- analisi su modello matematico di simulazione idraulica in schema monodimensionale (modello 1D HEC-RAS)
- analisi di compatibilità idraulica

2. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nome Elaborato	Codifica
IDROLOGIA E IDRAULICA	
Elaborati Generali	
Relazione idrologica	R C O W 0 1 D 7 8 R I I D 0 0 0 1 0 0 1 B
Relazione idraulica corsi d'acqua secondari	R C O W 0 1 D 7 8 R I I D 0 0 0 2 0 0 1 B
Corografia dei bacini	R C O W 0 1 D 7 8 C Z I D 0 0 0 2 0 0 1 B
Planimetria PAI/PGRA	R C O W 0 1 D 7 8 P 4 I D 0 0 0 2 0 0 1 B
Torrente Canello	
Relazione idraulica Torrente Canello	R C O W 0 1 D 7 8 R I I D 0 0 0 2 0 0 3 A
Allegato 01 - Elaborati di riferimento del PFTE	R C O W 0 1 D 7 8 R I I D 0 0 0 2 0 0 4 A
Planimetria PO delle aree di esondazione con indicazione dei tiranti idrici (TR200)	R C O W 0 1 D 7 8 P Z I D 0 0 0 2 0 0 3 A
Planimetria PO delle aree di esondazione con indicazione dei tiranti idrici (TR300)	R C O W 0 1 D 7 8 P Z I D 0 0 0 2 0 0 4 A
Planimetria PO delle aree di esondazione con indicazione delle velocità (TR200)	R C O W 0 1 D 7 8 P Z I D 0 0 0 2 0 0 5 A
Planimetria PO delle aree di esondazione con indicazione delle velocità (TR300)	R C O W 0 1 D 7 8 P Z I D 0 0 0 2 0 0 6 A
Pianta, prospetto e sezione dell'opera di attraversamento	R C O W 0 1 D 7 8 P Z I D 0 0 0 2 0 0 7 A
Fosso in corrispondenza della viabilità' PT06	
Planimetria, profilo e sezioni post operam	R C O W 0 1 D 7 8 P Z I D 0 0 0 2 0 0 2 A
Fiume Gaccia PT05	
Planimetria ante e post operam con aree di esondazione	R C O W 0 1 D 7 8 P 6 I D 0 0 0 2 0 0 2 A
Profilo ante e post operam	R C O W 0 1 D 7 8 F Z I D 0 0 0 2 0 0 2 A
VIABILITA' ed ACCESSI	
Accesso alla SSE di Settingiano - PT03	
Planimetria stato di fatto e di intervento	R C O W 0 1 D 7 8 P 9 P T 0 3 0 0 0 0 1 A
Piazzale GA MONTECAVALIERE imbocco lato CZ - PT06	
Plano-profilo di progetto con dati di tracciamento	R C O W 0 1 D 7 8 P Z P T 0 6 0 0 0 0 2 A
Piazzale GA MARCELLINARA imbocco lato LT - PT07	
Plano-profili di progetto con dati di tracciamento	R C O W 0 1 D 7 8 P Z P T 0 7 0 0 0 0 2 A
Piazzale GA MONACI imbocco lato LT - PT10	
Planimetria stato di fatto e di intervento	R C O W 0 1 D 7 8 P 9 P T 1 0 0 0 0 0 1 A

Tabella 3 – Elaborati di riferimento

3. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Gli interventi in progetto ricadono nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale e nello specifico in quello di competenza della *UoM Regionale Calabria e Interregionale Lao*.

2.1. Stato della pianificazione in materia di rischio alluvioni a livello distrettuale

Ad oggi, sul territorio del Distretto risultano vigenti i Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) di cui alla ex L. 183/1989 e s.m.i. (di prima generazione) redatti da ciascuna dalle ex Autorità di Bacino nazionali, interregionali e regionali previgenti alla istituzione dell'Autorità di Bacino distrettuale. Tali Piani individuano, nelle more dell'adozione del Piano Stralcio di Assetto idrogeologico di Distretto, le aree perimetrate a pericolosità e rischio da alluvione, a livello di UoM, disciplinandone l'attività di controllo con apposite Norme di Attuazione. L'attribuzione dei livelli di pericolosità e la classificazione dei rischi connessi, nonché le specifiche disposizioni attuative si differenziano, anche significativamente, tra le varie UoM in ragione delle scelte metodologiche a suo tempo operate dalle ex AdB di cui sopra.

Ogni Piano contiene un insieme di disposizioni che ne definiscono l'attuazione con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- regolamentazione d'uso delle aree perimetrate;
- indirizzi per la pianificazione subordinata;
- disciplina dei pareri di compatibilità;
- indirizzi tecnici per studi ed interventi.

I Piani stralcio possono essere aggiornati, anche attraverso istanze di parte, purché promosse dalle Amministrazioni Comunali sulla base di studi condivisi dalle medesime. Le procedure di adozione ed approvazione delle relative varianti seguono il medesimo iter utilizzato per l'adozione degli stessi Piani. Le varianti possono, altresì, essere prodotte - d'ufficio - sulla base di studi appositamente redatti dall'Autorità di Bacino, su iniziativa autonoma o previa concertazione a livello territoriale.

2.2. Il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)

Il PGRA nasce come strumento di ambito distrettuale e definisce, in linea generale, la strategia per la gestione del rischio di alluvioni, che ricomprende le azioni del tempo differito (parte A del Piano di competenza delle AdB) e quelle del tempo reale (parte B di competenza delle Regioni) riferendola ai 4 obiettivi specifici condivisi a livello nazionale:

1. Salvaguardia della vita e della salute umana;
2. Protezione dell'ambiente;
3. Tutela del patrimonio culturale;
4. Difesa delle attività economiche.

Il Piano di Gestione, ai sensi delle disposizioni della Direttiva 2007/60/CE, viene predisposto per fasi con aggiornamento periodico ogni sei anni. Ogni Ciclo prevede tre fasi, come di seguito sintetizzate:

Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RC0W	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A	FOGLIO 9 di 48
---	------------------	-------------	---------------------	----------------------	-------------------	-------------------

I ciclo (2011 - 2015 terminato)

- I fase valutazione preliminare del rischio di alluvioni (2011) - non svolta per l'Italia in quanto ci si è avvalsi delle conoscenze dei PAI esistenti in coerenza con le misure transitorie di cui all'art. 11, comma 1, del D.Lgs. 49/2010;
- II fase predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (2013);
- III fase predisposizione del Piano (2015).

II ciclo (2016 - 2021 in corso)

- I fase I aggiornamento della valutazione preliminare (presa d'atto della CIP nella seduta del 27/12/2018);
- II fase I aggiornamento mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (presa d'atto della CIP nella seduta del 21/12/2019);
- III fase I aggiornamento del Piano di Gestione (da predisporci entro 2021).

Le mappe del PGRA non sono dotate di un sistema di Norme di attuazione vincolistico sul territorio ma, per la specificità del Piano, ad esse è associato un programma di misure, costituite da azioni di svariata natura, da attuarsi sul territorio a cura degli Enti istituzionalmente competenti rispetto a ciascun tipo di azione individuata, attraverso la definizione ed attuazione di specifici strumenti operativi (intese, accordi, regolamenti, contratti di fiume ecc.). Gli effetti del Piano di Gestione sono pertanto costituiti dall'attuazione dei contenuti delle misure, tra i quali, può evidentemente rientrare anche la predisposizione di strumenti normativi di competenza degli Enti Attuatori (piani, direttive, circolari ecc.).

2.3. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Calabria

Il presente studio è stato redatto in conformità agli indirizzi dettati per il settore specifico dal "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico" della Regione Calabria - approvato con Delibera di Consiglio Regionale n.115 del 28/12/2001 (**PAI_2001**).


Questo Piano, è stato oggetto di una variante che prevede l'aggiornamento delle mappe del PAI a quelle del PGRA (**PAI_2020**).

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, con Decreto del Segretario Generale n.540 del 13/10/2020, ha adottato le Misure di Salvaguardia relative alle aree soggette a modifica di perimetrazione e/o classificazione della pericolosità e rischio dei Piani di assetto idrogeologico configurate nei progetti di variante di aggiornamento dei PAI alle nuove mappe del PGRA.

Il PAI ha valore sovraordinatorio sulla strumentazione urbanistica locale, come sancito dall'art. 1 bis della L. n.365 del 11 dicembre 2000.

Pertanto, il PAI rappresenta uno strumento conoscitivo del territorio fisico oltre che normativo e di programmazione degli interventi necessari alla difesa e/o alla mitigazione dei rischi.

Le direttive emanate dal PAI relativamente alle specifiche tematiche sviluppate nel presente studio sono riportate essenzialmente in tre atti:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ELETTRIFICAZIONE TRATTA LAMEZIA T.-CATANZARO L. (Lotto 01)					
	Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RC0W	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A

- “Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia” – testo aggiornato con delibera del C.I. n°27 del 02708/2011
- “Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d’acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree di attenzione e l’aggiornamento delle aree a rischio di inondazione (approvate dal Comitato Istituzionale il 31/07/2020)”, che fornisce gli indirizzi generali da applicare nelle attività di progettazione per i casi espressamente previsti dalle Norme di Attuazione
- “Misure di salvaguardia collegate alla adozione dei progetti di variante predisposti in attuazione degli aggiornamenti dei PAI alle nuove mappe del PGRA di cui alla delibera Cip n.1 del 20/12/2019”

2.4. Pericolosità idraulica dell’area di studio

Dall’analisi delle carte del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI_2020) si evince che 4 siti ricadono in area di attenzione PGRA e 1 sito in area a rischio idraulico basso (R1) PAI.

N	SITO	Lotto	WBS	Aree PAI_2020
1	Cabina TE - LAMEZIA TERME	1	PT01	NO
2	SSE – FEROLETO	1	PT02	NO
3	SSE – SETTIGIANO	1	PT03	AREA ATT_PGRA
4	SSE – CATANZARO	1	PT04	R1_PA I
5	MATS - PIANOPOLI (imbocco LT)	1	PT05	NO
6	MATS - MONTECAVALIERE (imbocco CZ)	1	PT06	AREA ATT_PGRA
7	MATS - MARCELLINARA (imbocco LT)	1	PT07	AREA ATT_PGRA
8	MATS - MARCELLINARA (imbocco CZ)	1	PT08	NO
9	MATS - CHIANA MUNDA (imbocco LT)	1	PT09	NO
10	MATS - MONACI (imbocco LT)	1	PT10	AREA ATT_PGRA
11	MATS - MONACI (imbocco CZ)	1	PT11	NO

Tabella 4 – Vincoli PAI siti di intervento (PAI_2020)

Nelle figure seguenti si riportano gli stralci delle mappe del PAI con la sovrapposizione degli interventi in progetto.



Figura 1 – PT03 SSE Settingiano: Perimetrazioni PAI_2020

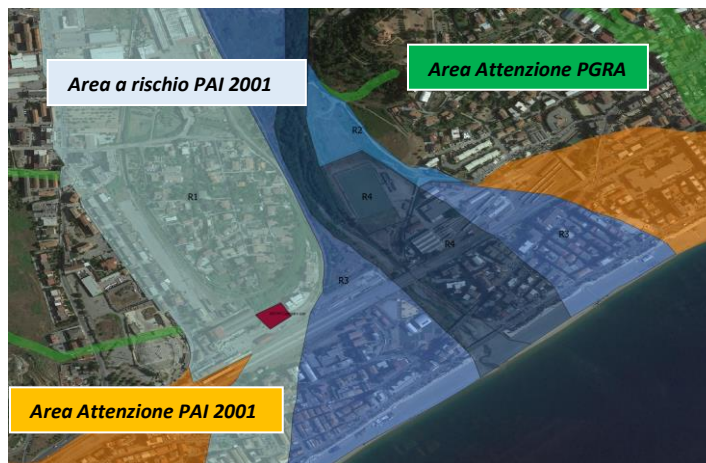


Figura 2 – PT04 SSE Catanzaro Lido: Perimetrazioni PAI_2020

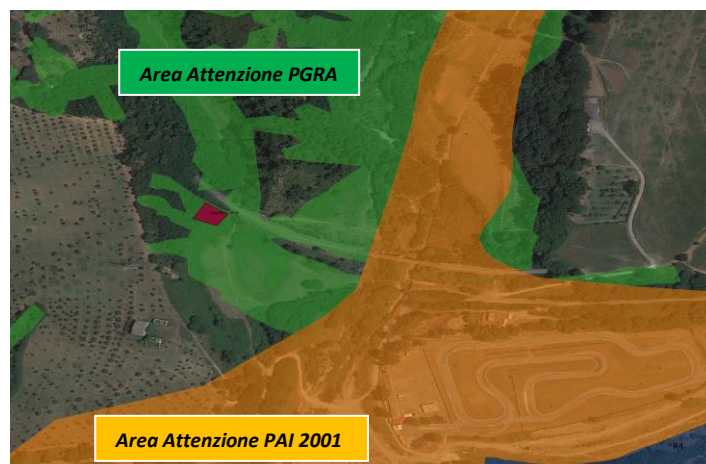


Figura 3 – PT06 MATS Montecavaliere: Perimetrazioni PAI_2020

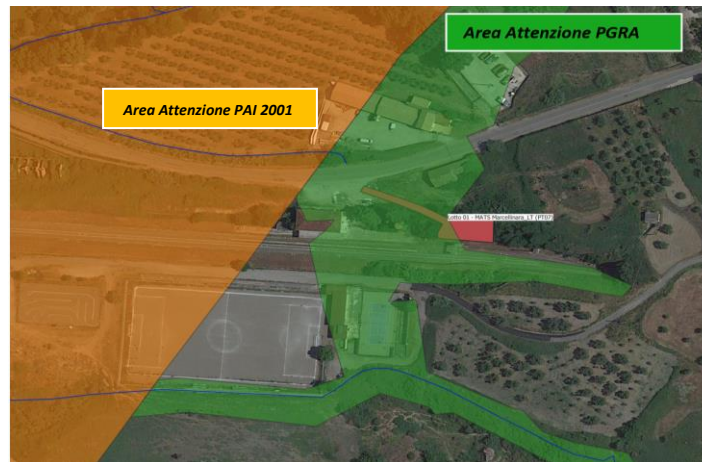


Figura 4 – PT07 MATS Marcellinara: Perimetrazioni PAI_2020



Figura 5 – PT10 MATS Monaci: Perimetrazioni PAI_2020

Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RC0W	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A	FOGLIO 13 di 48
---	------------------	-------------	---------------------	----------------------	-------------------	--------------------

4. ANALISI IDROLOGICA

Il presente capitolo descrive lo studio idrologico eseguito al fine di determinare le portate di riferimento per la verifica di compatibilità idraulica degli interventi in progetto.

3.1. Analisi Pluviometrica

Per l'analisi delle precipitazioni la letteratura tecnica classica consiglia leggi a due parametri (Gumbel, Galton, Fuller); tuttavia recenti studi svolti nell'ambito del progetto VA.P.I. del CNR-GNDCI suggeriscono di utilizzare la più affinata funzione TCEV (Two Component Extreme Value)¹. Quest'ultima è stata recepita anche nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Nel presente studio sono state adottate sia l'analisi probabilistica di Gumbel che la metodologia VA.P.I. e sono stati scelti i parametri più cautelativi.

La trattazione teorica delle leggi suddette è ampiamente discussa nell'elaborato "Relazione Idrologica RC0W01D78RIID0001001B", a cui si rimanda per eventuali approfondimenti; nel seguito si riportano i risultati ottenuti dalla loro applicazione.

3.1.1. Tempi di ritorno

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie alla verifica di compatibilità idraulica delle opere in progetto è stata effettuata in accordo a quanto previsto delle "Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione", contenute nel PAI della Calabria.

Tale documento, al paragrafo "5.1 - Aree d'attenzione", indica che gli eventi meteorici da considerare negli studi idraulici sono quelli corrispondenti a periodi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Tale scelta è in linea con quanto previsto dal Manuale di Progettazione Italferr e dalle Norme tecniche delle Costruzioni (NTC 2008).

3.1.2. Inquadramento dei bacini imbriferi

PT03

Come evidenziato al paragrafo 2.4, le mappe del PAI_2020 individuano per il sito in oggetto la presenza di un'area di attenzione PGRA connessa ad un'asta del reticolo idrografico che interferisce con la sottostazione elettrica in progetto.

1 Versace P. Ferrari E. Gabriele S. Rossi F. (1989) – Valutazione delle piene in Calabria – CNR-IRPI. Cosenza

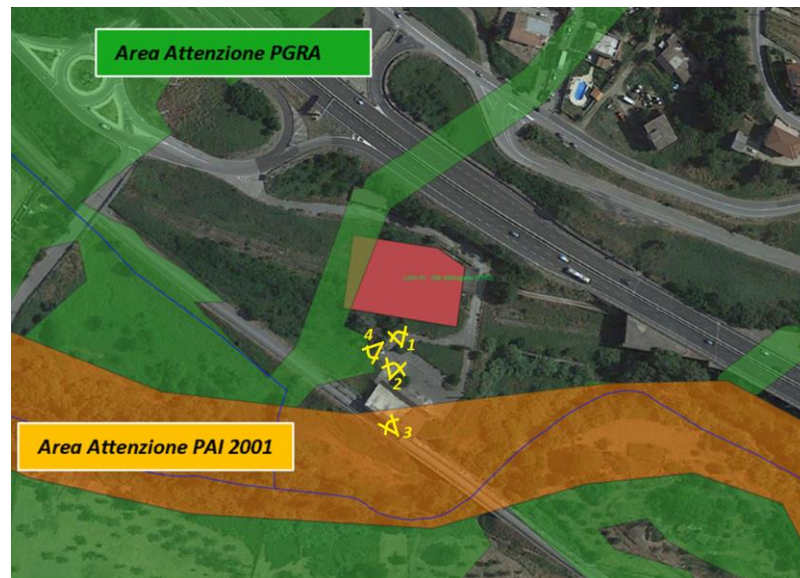


Figura 6 – PT03 SSE Settingiano: Perimetrazioni PAI_2020

Le analisi svolte in questa sede hanno riscontrato l'assenza di un reticolo idrografico interferente con la sottostazione in progetto. A tale scopo si è fatto riferimento alla documentazione fotografica disponibile dai sopralluoghi e ai rilievi celerimetrici eseguiti da Italferr nei primi mesi del 2019. Sono state, inoltre, consultate le tavole "As Built" del progetto "Appalto integrato della progettazione esecutiva e lavori per la realizzazione della Variante a semplice binario non elettrificato – Linea Lamezia Terme_Catanzaro Lido – Tratto Settingiano_Catanzaro Lido".



Foto 1



Foto 2



Foto 3

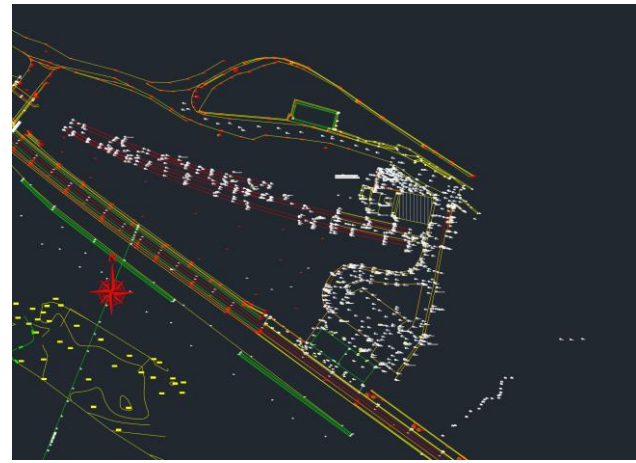


Foto 4

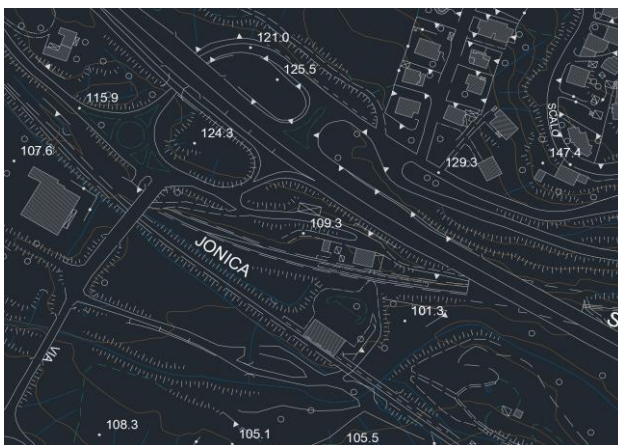
Figura 7 – PT03 SSE Settingiano: Foto sopralluogo 2019



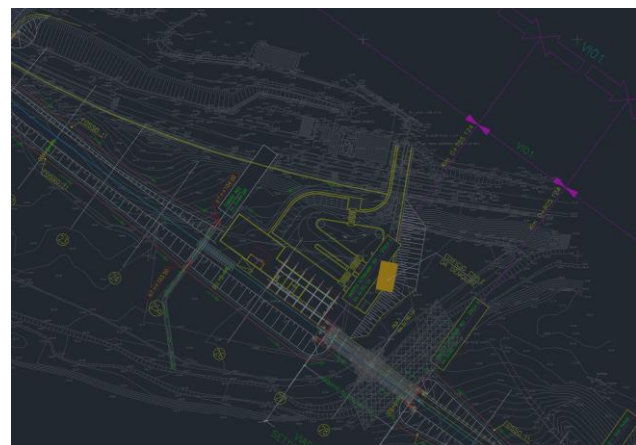
Foto satellitare



Rilievo celerimetrico Italferr_2019



CTR_Tavola 575073



As Built

Figura 8 – PT03 SSE Settingiano: Rilievi, CTR e elaborati AS Built

PT07- PT10

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche dei bacini interessati dagli interventi.

Ad ogni bacino è stato attribuito lo stesso codice del corrispondente intervento. Nella Tabella 5

viene riportato, per ogni sottobacino, la superficie (A), la lunghezza dell'asta principale (L_{ASTA}), la quota della sezione di chiusura (H_0), la quota massima e media del bacino (H_{max} e H_{med}), la quota massima e minima dell'asta principale (h_{max} e h_{min}) ed infine la pendenza media dell'asta principale ($I_{MED-ASTA}$).

Il reticolo idrografico della zona e il bacino imbrifero (Figura 9) sono stati ricavati dal modello digitale del terreno, con risoluzione 1x1, fornito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

Bacino	Caratteristiche Bacino				Caratteristiche Asta Principale			
	A	H_{max}	H_{med}	H_0	h_{max}	h_{min}	L_{ASTA}	$I_{MED-ASTA}$
[-]	[kmq]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[km]	[m/m]
PT07 (MATS Marcellinara)	0.501	291.00	203.13	135.00	245.00	135.00	1.59	0.0690
PT10 (MATS Monaci)	1.070	255.00	156.74	79.00	223.00	79.00	2.06	0.0698

Tabella 5 - Caratteristiche morfometriche dei bacini

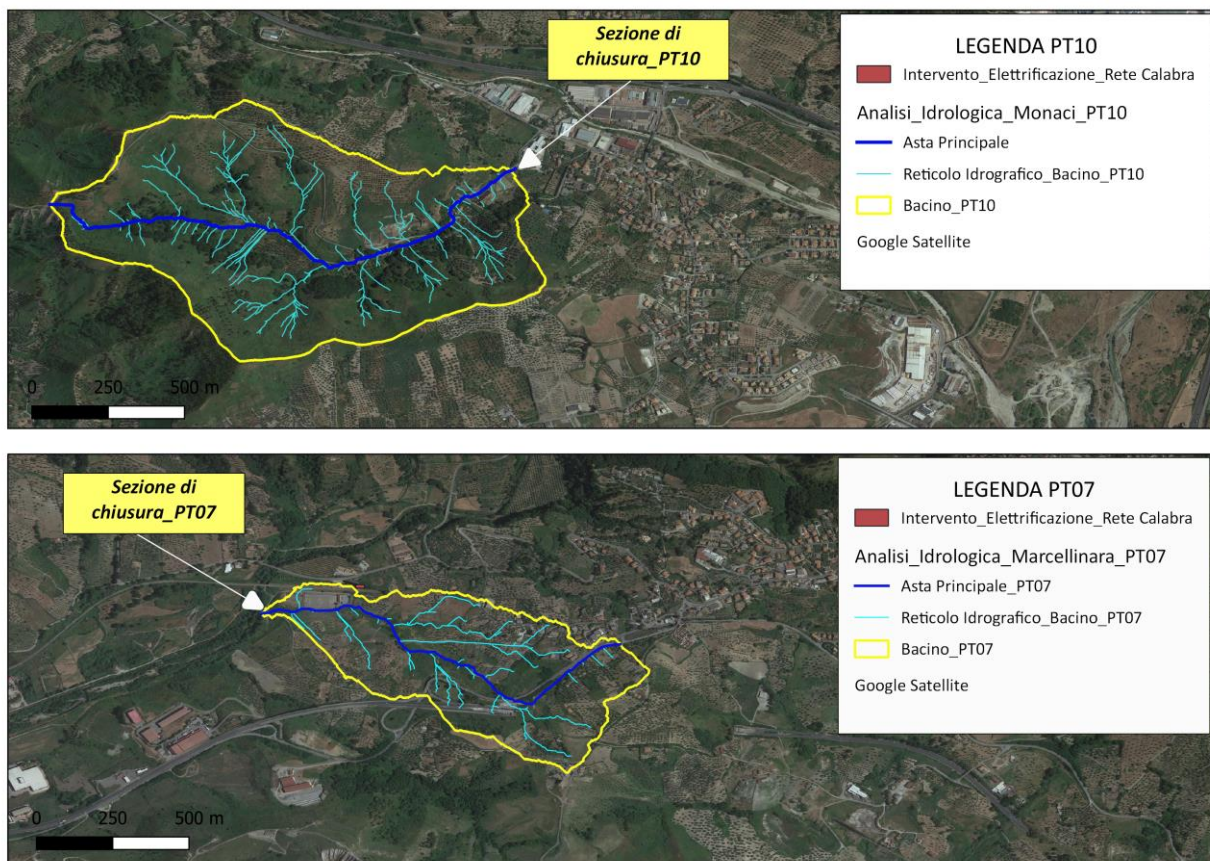


Figure 9 - Inquadramento su ortofoto dei bacini

3.1.3. Stazioni pluviometriche di riferimento

Per identificare le stazioni pluviometriche di riferimento per l'analisi delle piogge, e di conseguenza per il calcolo delle portate di ogni bacino idrografico individuato nell'analisi

idrografica effettuata, sono state prese in riferimento le stazioni di misura più vicine alla zona di studio.

Stazione	Codice	Quota [m slm]	Anni Osservazione	LAT	LONG
Marcellinara	2900	330	48	4309927	2649532
Caraffa di Catanzaro	2910	370	6	4304737	2648966
Tiriolo	2890	690	57	4312198	2650747
Catanzaro	1850	334	85	4308078	2657511
S. Maria di Catanzaro	1855	70	5	4301299	2658656
Borgia	1920	332	n.d.	4298663	2650874
Olivella	1900	360	8	4313994	2653052
Gimigliano	1910	550	30	4314719	2652150
Serrastretta	2880	790	40	4319190	2642596
Feroleto Antico	2930	300	n.d.	4313605	2640323
Vena di Maida	2914	240	n.d.	4305367	2642015

Tabella 6 – Stazioni pluviometriche di riferimento

Si è quindi proceduto a ripartire il territorio di studio in aree di competenza relative alle stazioni vicine. Per questo scopo, è stato utilizzato il metodo geometrico dei reticoli di Thiessen.

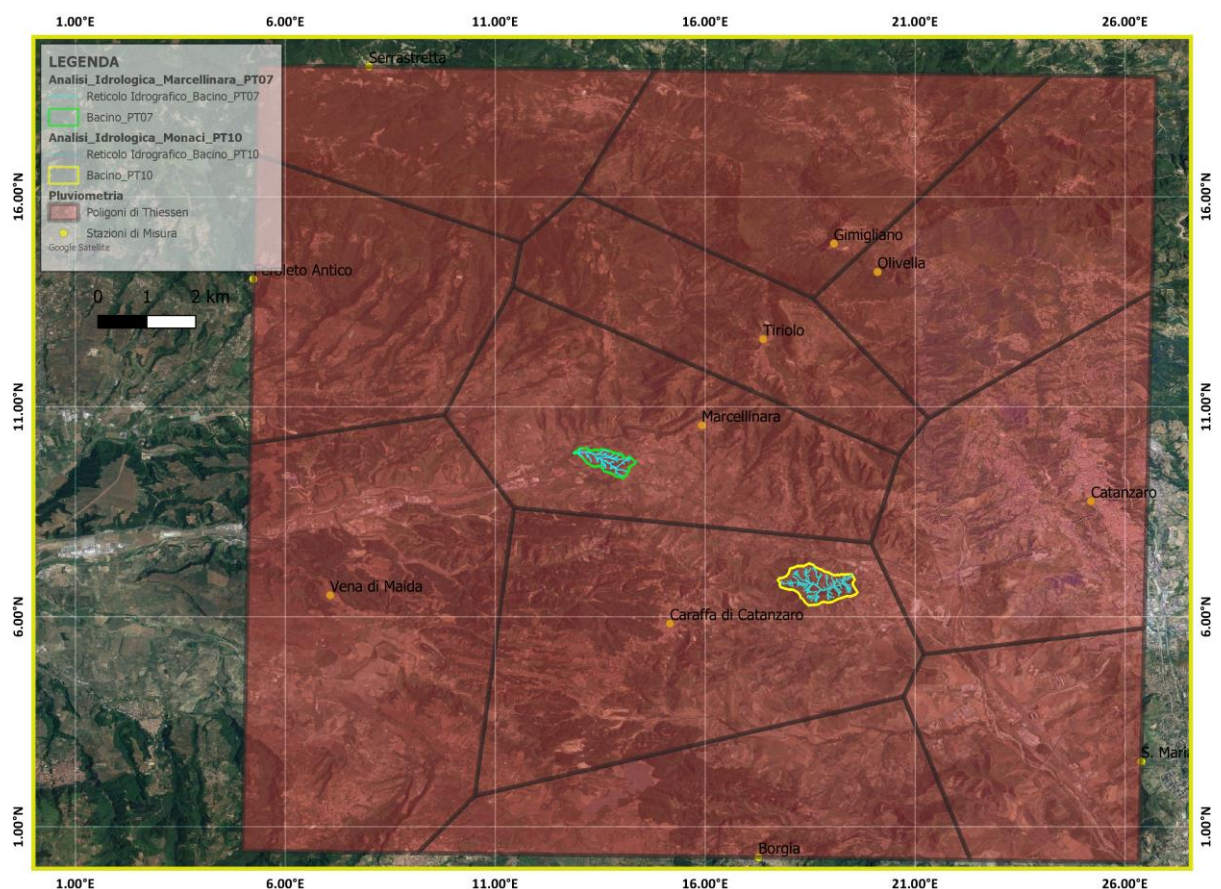


Figura 10 – Poligoni di Thiessen per le stazioni pluviometriche di riferimento e indicazione dei bacini in studio. Delle stazioni individuate sono state considerate le sole con un numero di anni di osservazione almeno pari a 20.

Stazione	Codice	Quota [m slm]	Anni Osservazione	LAT	LONG
Marcellinara	2900	330	48	4309927	2649532
Tiriolo	2890	690	57	4312198	2650747
Catanzaro	1850	334	85	4308078	2657511
Gimigliano	1910	550	30	4314719	2652150
Serrastretta	2880	790	40	4319190	2642596

Tabella 7 – Stazioni pluviometriche di riferimento con $n \geq 20$ anni

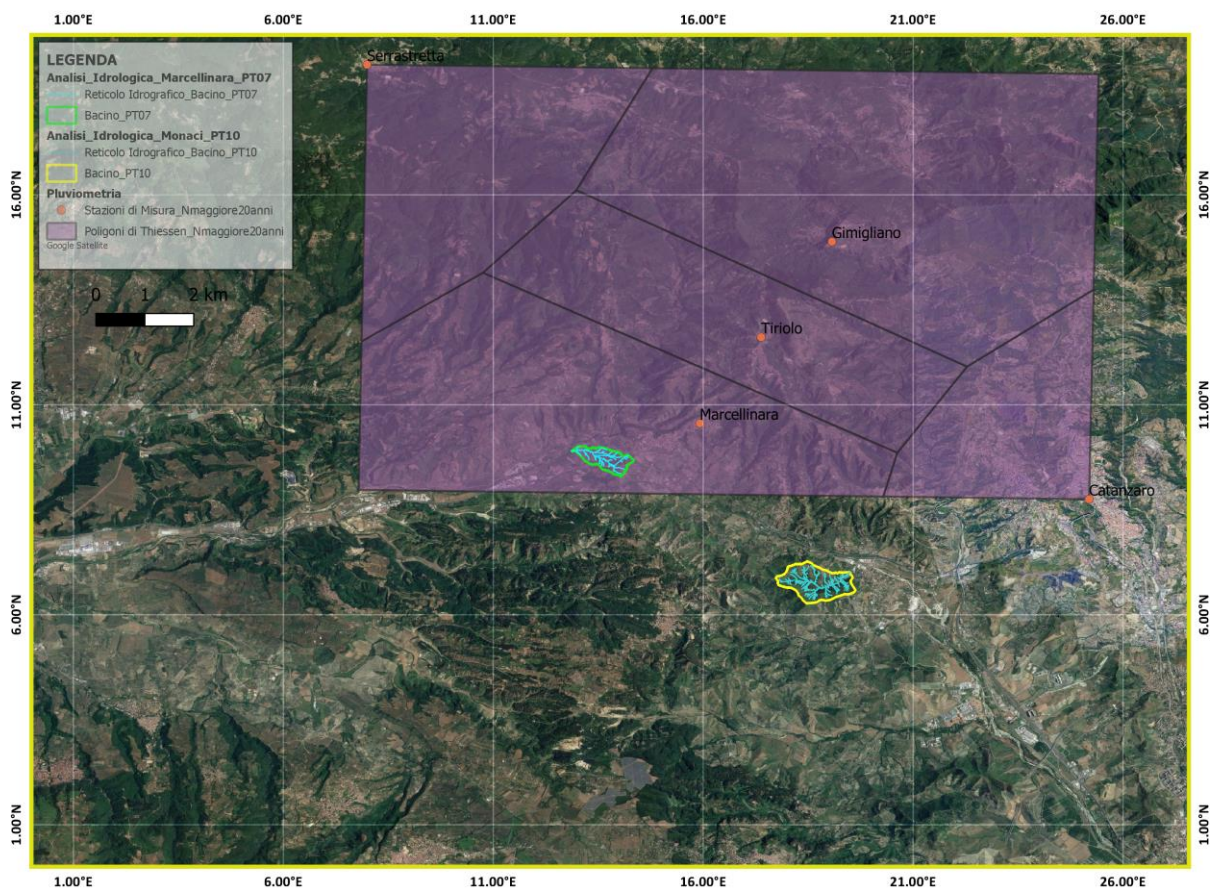


Figura 11 – Poligoni di Thiessen per le stazioni pluviometriche di riferimento con $n \geq 20$ anni e indicazione dei bacini in studio

Al bacino PT07 (Marcellinara) è stata assegnata l'omonima stazione pluviometrica, in quanto interno ad essa, mentre per il PT10 (Monaci), risultando esterno alle aree pluviometriche con anni di osservazione maggiore di 20, è stata scelta la stazione di Catanzaro perché, come di seguito riportato, caratterizzata da un regime pluviometrico più cautelativo rispetto all'adiacente stazione di Marcellinara.

3.1.4. Il metodo probabilistico di Gumbel

I dati idrologici disponibili per l'analisi pluviometrica sono quelli degli Annali Idrologici; sono stati scaricati dal sito dell'ARPA Calabria - Centro Funzionale Multirischi (<http://www.cfd.calabria.it/>). Di seguito si riportano i risultati delle analisi statistiche eseguite con il metodo di Gumbel per le

due stazioni di interesse:

- Marcellinara ---> 48 anni di dati disponibili, compresi nel periodo 1928-1997
- Catanzaro ---> 85 anni di dati disponibili, compresi nel periodo 1928-2016

La Tabella 8 contiene i parametri delle curve di possibilità pluviometrica a ed n per diversi tempi di ritorno; in Figura 12 sono rappresentate le CPP delle due stazioni relative ai periodi di ritorno di 50anni, 200anni e 500anni.

Marcellinara (Codice 2900)			Catanzaro (Codice 1850)		
TR (anni)	a	n	TR (anni)	a	n
25	57.2	0.349	25	76.4	0.319
50	64.6	0.347	50	87.3	0.318
100	71.9	0.345	100	98.1	0.317
200	79.2	0.344	200	108.9	0.316
300	83.5	0.343	300	115.2	0.316
500	88.9	0.342	500	123.1	0.315

Tabella 8 - Parametri a e n delle CPP Gumbel (d>1 ora): Stazione di Marcellinara e Catanzaro

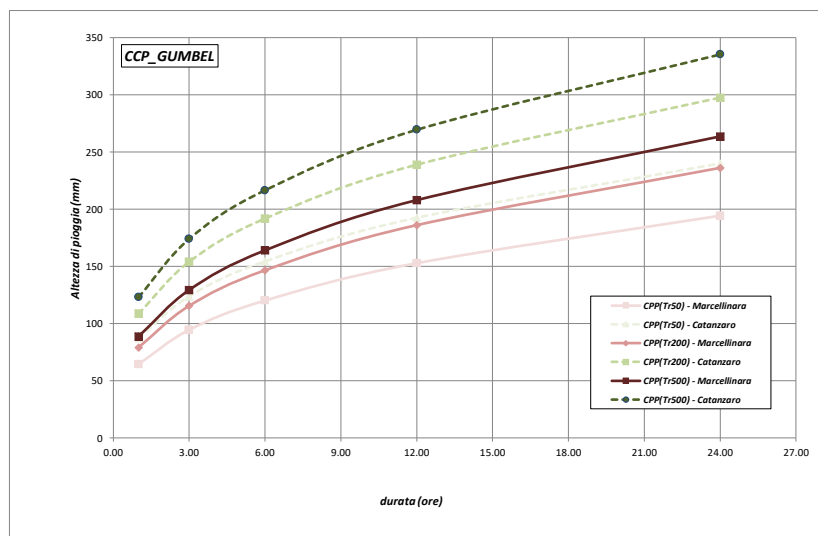


Figura 12 – CPP Gumbel (TR50,TR200,TR500): Stazione di Marcellinara e Catanzaro

3.1.5. Metodo VAPI Calabria

La metodologia utilizzata fa riferimento a quella proposta su scala regionale e nazionale dal **progetto VAPI** del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). In particolare, viene adottato un **modello probabilistico a doppia componente (TCEV)**, che interpreta gli eventi massimi annuali come risultato di una miscela di due popolazioni distinte di eventi (eventi massimi ordinari ed eventi massimi straordinari). Per la trattazione completa si rimanda alla “Relazione Idrologica RC0W01D78RIID0001001B”.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per le due stazioni di riferimento (Marcellinara e

Catanzaro).

La Tabella 9 contiene i parametri delle curve di possibilità pluviometrica a ed n per diversi tempi di ritorno; in Figura 13 sono rappresentate le CPP delle due stazioni relative ai periodi di ritorno di 50anni, 200anni e 500anni.

Marcellinara - Catanzaro		
TR (anni)	a	n
25	63.5	0.265
50	73.7	0.265
100	84.4	0.265
200	95.3	0.265
300	110.3	0.265
500	121.3	0.265

Tabella 9 - Parametri a e n delle CPP VaPI: Stazione di Marcellinara e Catanzaro

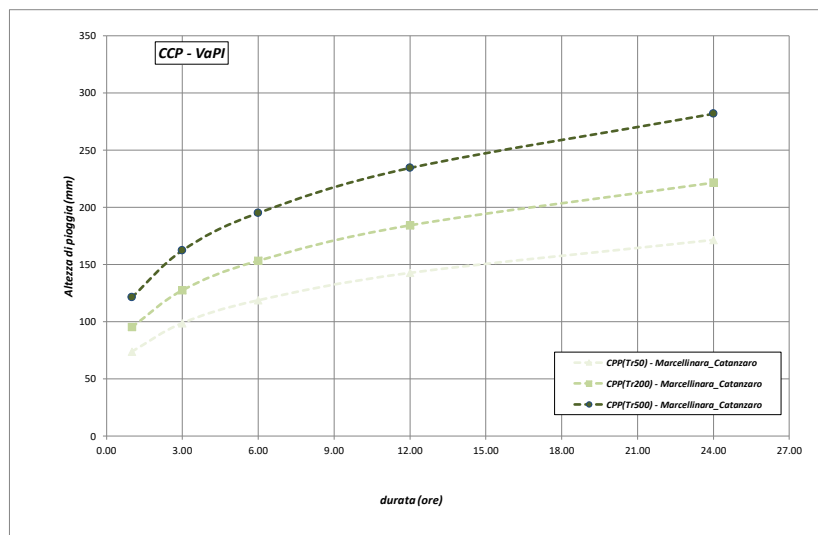


Figura 13 – CPP VaPI (TR50,TR200,TR500): Stazione di Marcellinara e Catanzaro

3.1.6. Curve di possibilità pluviometrica di progetto

I grafici seguenti riportano un confronto tra le curve di possibilità pluviometrica ricavate con le due metodologie precedentemente esposte.

Stazione di Marcellinara

Per la stazione di Marcellinara si osserva quanto segue:

- per $TR \leq 200$ anni e $d \leq (6-12)$ ore $\rightarrow h_{VaPI} > h_{GUMBEL}$
- per $TR \leq 200$ anni e $d > (6-12)$ ore $\rightarrow h_{GUMBEL} > h_{VaPI}$
- per $TR > 200$ anni e per ogni d $\rightarrow h_{VaPI} > h_{GUMBEL}$

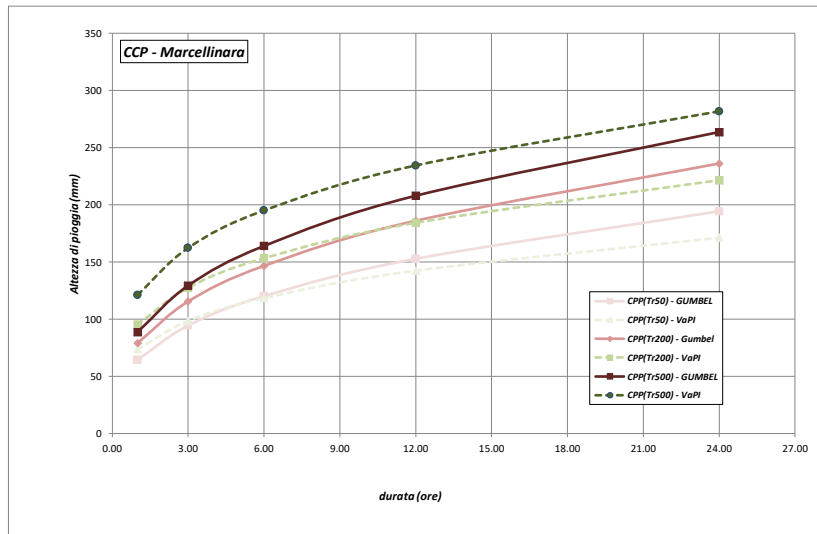


Figura 14 – CPP Marcellinara (TR50,TR200,TR500): Confronto Gumbel_VaPI

Stazione di Catanzaro

Per la stazione di Catanzaro si osserva, invece, che per ogni periodo di ritorno (TR) e durata (d) il metodo di Gumbel fornisce valori di altezza di pioggia sempre superiori rispetto a quelli determinati con la metodologia VaPI.

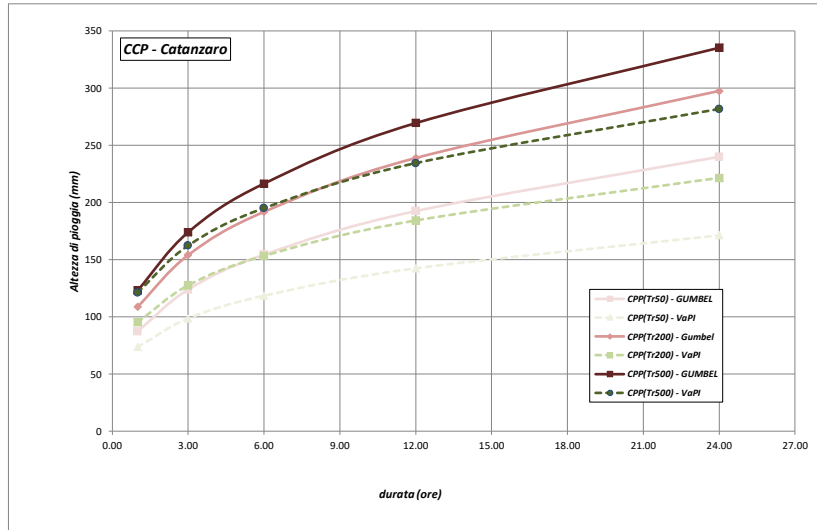


Figura 15 – CPP Catanzaro (TR50,TR200,TR500): Confronto Gumbel_VaPI

Pertanto, sulla base di quanto osservato è stato assunto quale riferimento per la stima delle portate di progetto:

- la CCP (Marcellinara) ricavata con la metodologia VaPI per il bacino PT07
- la CCP (Catanzaro) ricavata con il metodo di Gumbel per il bacino PT10

VaPI Marcellinara (cod. 2900)		
TR (anni)	a	n
25	63.5	0.265
50	73.7	0.265

VaPI_Marcellinara (cod. 2900)		
TR (anni)	a	n
100	84.4	0.265
200	95.3	0.265
300	110.3	0.265
500	121.3	0.265

Tabella 10 - CPP di progetto per PT07

GUMBEL_Catanzaro (cod. 1850)		
TR (anni)	a	n
25	76.4	0.319
50	87.3	0.318
100	98.1	0.317
200	108.9	0.316
300	115.2	0.316
500	123.1	0.315

Tabella 11 - CPP di progetto per PT10

3.2. Determinazione delle portate di massima piena

In conformità ai criteri indicati nelle "Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione", contenute nel PAI della Calabria, per la stima delle portate massime al colmo di piena si è adottato il metodo della corrivazione ed in particolare la formula razionale.

3.2.1. Coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso φ_m rappresenta un valore medio pesato che tiene conto della diversa natura dei suoli costituenti i bacini in esame; i valori per ciascuna tipologia di suolo sono stati dedotti da letteratura.

In particolare, in considerazione anche delle caratteristiche geologiche dei bacini in esame (suoli impermeabili o mediamente permeabili), sono stati utilizzati i seguenti coefficienti per le diverse classi di uso del suolo presenti:

Tipo di superficie	Tempo di ritorno T [a]						
	2	5	10	25	50	100	500
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Calcestruzzo, tetti	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Coltivazioni ($i=0+2\%$)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Coltivazioni ($i=2+7\%$)	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Coltivazioni ($i>7\%$)	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pascoli ($i=0+2\%$)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pascoli ($i=2+7\%$)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pascoli ($i>7\%$)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Boschi ($i=0+2\%$)	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Boschi ($i=2+7\%$)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Boschi ($i>7\%$)	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Tabella 12 – Valori dei coefficienti di deflusso assunti per le diverse classi di uso del suolo (Chow ed al. 1988)

Il valore medio del coefficiente di permeabilità è stato calcolato come media pesata dei coefficienti delle diverse superfici presenti in ogni sottobacino:

$$\phi_m = \frac{\sum_i \phi_i S_i}{S}$$

Bacino PT07

Tipo di superficie	Estensione [kmq]
Area Impermeabile - Asfalto/Tetti	0.059
Area a verde - Coltivazioni/Pascoli	0.221
Area a verde - Boschi	0.221
Aree Totale	0.501

Pendenza media Bacino [%]	25.45
---------------------------	-------

Perido di ritorno [anni]	TR50	TR200	TR500
Coefficiente di deflusso medio [-]	0.54	0.60	0.64

Bacino PT10

Tipo di superficie	Estensione [kmq]
Area Impermeabile - Asfalto/Tetti	0.020
Area a verde - Coltivazioni/Pascoli	0.525
Area a verde - Boschi	0.525
Aree Totale	1.070

Pendenza media Bacino [%]	41.87
---------------------------	-------

Perido di ritorno [anni]	TR50	TR200	TR500
Coefficiente di deflusso medio [-]	0.50	0.56	0.60

Tabella 13 – Valori dei coefficienti di deflusso assunti per i bacini in studio al variare del periodo di ritorno (Chow ed al. 1988)

3.2.2. Calcolo del tempo di corrivazione

Per la costruzione del modello di trasformazione afflussi-deflussi si è partiti dalla stima dell'altezza di precipitazione che può verificarsi sulla superficie scolante per una definita durata di tempo.

La durata critica di precipitazione per il bacino, da assumere nei calcoli idrologici, è quella pari al tempo di corrivazione, cioè pari al maggiore dei tempi di trasporto nel bacino, in modo che tutta la superficie sottesa dalla sezione di chiusura contribuisca al deflusso.

In letteratura sono disponibili diverse formule per la stima del tempo di concentrazione t_c .

Nel presente studio si è fatto riferimento a quanto riportato nell'appendice A delle linee guida del PAI Calabria "Indicazioni sulla stima del calcolo della portata di piena" che suggerisce:

Formula di Giandotti (1934,1937):

$$t_c = \frac{4 \cdot S^{0.5} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot (H_{med} - H_o)^{0.5}}$$

in cui:

- L è la lunghezza dell'asta principale (km);
- S è la superficie totale del bacino (km²);
- H_{med} è la quota media del bacino (m s.l.m.);
- H_o è la quota della sezione di chiusura (m s.l.m.).

Formula di Puglisi e Zanframundo:

$$t_c = 6 \cdot L^{2/3} (z_{max} - z_{min})^{-1/3}$$

dove:

- L è la lunghezza dell'asta principale a partire dallo spartiacque (km);
- z_{max} = quota massima del bacino (m s.l.m.);
- z_{min} = quota della sezione di chiusura (m s.l.m.).

Formula di Viparelli:

$$t_c = \frac{L}{v}$$

dove:

- L è la lunghezza dell'asta principale a partire dallo spartiacque (m);
- v = velocità di scorrimento dell'acqua nel percorso relativo sia ai versanti che alla rete idrografica, ritenuta dall'autore pari a 1÷1.5m/s (m/s.);

In aggiunta, per un valido confronto sono state considerate altre formulazioni disponibili in letteratura:

Formula di Ventura (1905):

$$\tau_c = 0,1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i_m}}$$

dove i_m è la pendenza media della rete di drenaggio ed A la superficie del bacino.Formula di Pasini:

$$\tau_c = 0,108 \cdot \frac{\sqrt[3]{L \cdot A}}{\sqrt{i_m}}$$

dove i_m è la pendenza media della rete di drenaggio, L la lunghezza dell'asta principale ed A la superficie del bacino.Formula di Pezzoli:

$$\tau_c = 0,055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i_m}}$$

dove i_m è la pendenza media della rete di drenaggio ed A la superficie del bacino.

dove i_m è la pendenza media della rete di drenaggio ed A la superficie del bacino.

I valori del tempo di corrivazione ottenuti per i bacini oggetto di indagine utilizzando le diverse formule sono riportati in Tabella 14.

Non è stata utilizzata la formula di Puglisi e Zanframundo, in quanto le stesse linee guida indicano la sua validità per bacini imbriferi con $43 < A < 94 \text{ km}^2$.

Bacino	$tc_{GIANDOTTI}$	$tc_{VIPARELLI}$ ($V=1.5 \text{ m/s}$)	$tc_{VENTURA}$	tc_{PASINI}	$tc_{PEZZOLI}$
[-]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]
PT07 (MATS Marcellinara)	0.576	0.295	0.343	0.354	0.334
PT10 (MATS Monaci)	0.732	0.382	0.498	0.693	0.429

Tabella 14 - Valori del tempo di corrivazione

Per il calcolo della portata di progetto si farà riferimento, a vantaggio di sicurezza, alla formula di Viparelli che fornisce i valori più bassi del tempo di corrivazione.

3.2.3. Calcolo delle portate di progetto

La valutazione delle portate al colmo è stata eseguita utilizzando le altezze di pioggia corrispondenti ad un tempo di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Per tutti e due i bacini è stato applicato il metodo razionale, effettuando il calcolo per i t_c stimati con le formule di Giandotti e Viparelli (quest'ultima per $v=1.5\text{m/s}$).

In Tabella 15 sono riassunti i valori delle portate al colmo ottenute con il metodo razionale, al variare della metodologia di stima delle altezze di precipitazione (Gumbel e VAPI) per un tempo di ritorno pari a 50, 200 e 500anni.

Bacino	Caratteristiche Bacino					CPP - Curva di possibilità pluviometrica						Portate
	A	φ (TR50)	φ (TR200)	φ (TR500)	$tc_{VIPARELLI}$	Stazione	Metodo	Durata	TR	a	n	Q ($tc_{VIPARELLI}$)
[-]	[kmq]	[-]	[-]	[-]	[h]	[-]	[-]	[h]	[anni]	[mm/h]	[-]	[mc/s]
PT07 (MATS Marcellinara)	0.501	0.54	0.60	0.64	0.295	Marcellinara	Gumbel	d>1	50	64.60	0.347	19.83
									200	79.20	0.344	14.63
									500	88.90	0.342	17.72
PT07 (MATS Marcellinara)	0.501	0.54	0.60	0.64	0.295	Marcellinara	VaPI	d>1	50	73.75	0.265	18.63
									200	95.34	0.265	19.39
									500	121.25	0.265	26.55
PT10 (MATS Monaci)	1.070	0.50	0.56	0.60	0.382	Catanzaro	Gumbel	d>1	50	87.30	0.318	25.13
									200	108.90	0.316	34.84
									500	123.10	0.315	42.61
PT10 (MATS Monaci)	1.070	0.50	0.56	0.60	0.382	Catanzaro	VaPI	d>1	50	73.75	0.265	22.34
									200	95.34	0.265	32.03
									500	121.25	0.265	44.04

Tabella 15 – Portata al colmo determinata con il metodo razionale per Tr 50, 200 e 500 anni

Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RC0W	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A	FOGLIO 26 di 48
---	------------------	-------------	---------------------	----------------------	-------------------	--------------------

Come valori delle portate di riferimento da utilizzare nelle verifiche di compatibilità idrauliche delle opere implementate nei modelli 1D sono state assunte, a favore di sicurezza, **i valori massimi tra quelli ottenuti dall'applicazione dei diversi metodi**, e riassunti nella seguente Tabella 16.

<i>Bacino</i>	<i>Portata di Progetto [mc/sec]</i>		
	<i>TR50</i>	<i>TR200</i>	<i>TR500</i>
PT07 (MATS Marcellinara)	13.63	19.39	26.55
PT10 (MATS Monaci)	25.13	34.84	42.61

Tabella 16 – Portata di progetto per le interferenze idrauliche oggetto di studio

5. ANALISI IDRAULICA

Lo studio idraulico è stato effettuato mediante l'implementazione e l'applicazione di un modello idraulico (HEC-RAS) monodimensionale in condizioni di moto permanente.

Tale modello permette di indagare le altezze d'acqua, il carico idraulico totale e le velocità al variare della piena di riferimento nelle diverse sezioni in cui viene discretizzato il corso d'acqua, tenendo conto anche degli effetti localizzati delle opere idrauliche presenti (ponti, tombini, strutture in linea quali traverse, strutture laterali quali sfioratori, ecc.).

Il modello idraulico HEC-RAS prodotto dall'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers è un modello utilizzato diffusamente nelle applicazioni idrauliche di vario genere data la sua versatilità e la relativa facilità di gestione e organizzazione delle informazioni oltre che per la sua affidabilità.

Le portate utilizzate nei modelli numerici sono desunte dallo studio idrologico di cui al precedente capitolo, a cui si rimanda per i dettagli.

4.1. Dati di base delle verifiche idrauliche

4.1.1. Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche dei corsi d'acqua e dei manufatti presenti lungo gli stessi sono state ricostruite a partire dai seguenti dati:

- rilievo LiDAR (1x1) del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM);
- documentazione progettuale di precedenti interventi eseguiti sul tratto di linea in oggetto. In particolare, si è fatto riferimento agli elaborati del Progetto Esecutivo "Appalto integrato della progettazione esecutiva e lavori per la realizzazione della Variante a semplice binario non elettrificato – Linea Lamezia Terme_Catanzaro Lido – Tratto Settingiano_Catanzaro Lido" e nello specifico alle tavole: RC2200EZZBBIN0500001C-RC2200EZZBBIN0500002C-RC2200EZZBBIN0500003D-RC2200EZZBBIN0500004C-RC2200EZZBBIN0500005B-RC2200EZZPZIN0500001C.
- documentazione fotografica

In Tabella 17 sono riassunti i dati disponibili per ciascuna interferenza considerata nella presente relazione.

WBS	Lidar Ministero	Elaborati Progetto Esecutivo
PT07 (Marcellinara)	X	
PT10 (Monaci)	X	X

Tabella 17 – Rilievi disponibili

4.1.2. Definizione dei coefficienti di scabrezza

La stima dei coefficienti di scabrezza delle superfici è caratterizzata da un notevole grado di incertezza dal momento che questi parametri presentano un ampio spettro di valori in dipendenza dello stato dell'alveo, dal grado di manutenzione e pulizia detto stesso, dalla presenza e dal tipo di vegetazione, dai cicli stagionali, dalla granulometria del fondo, ecc.

Nella valutazione dei coefficienti di scabrezza occorre tener presente che questi sono comunque suscettibili di modifiche per tenere conto degli effetti dissipativi legati a:

- perdite localizzate prodotte dall'interazione della corrente con irregolarità geometriche come presenza di ostacoli di vario genere, espansioni brusche, incisioni nelle golene, brusche variazioni di larghezza;
- perdite energetiche dovute alla modificazione del fondo dell'alveo, alla risospensione e trasporto solido, allo sradicamento e al trasporto di materiale vegetale.

I sopralluoghi e le analisi foto satellitari hanno evidenziato, per il PT07, la presenza di detriti di varia natura e vegetazione all'interno del canale.



Figura 16 – Tratto di valle del canale PT10

Si preferisce dunque optare per dei coefficienti di scabrezza che tengano mediamente conto (vista la grande variabilità dei parametri) delle condizioni ambientali e restino a favore di sicurezza.

Pertanto, i coefficienti di Manning utilizzati nella modellazione sono:

- $0.035 \text{ s/m}^{1/3}$ per canale in calcestruzzo (PT10)
- $0.06 \text{ s/m}^{1/3}$ per le aree esterne al canale (PT10)
- $0.035 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo inciso e aree esterne (PT07)

A. CORSI D'ACQUA NATURALI				
<i>Corsi d'acqua minori (tirante inferiore a 3,5m)</i>				
1. Corsi d'acqua di pianura				
a. Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati	0.025	0.030	0.033	
b. Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati, con sassi e sterpaglia	0.030	0.035	0.040	
c. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi	0.033	0.040	0.045	
d. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e pietre	0.035	0.045	0.050	
e. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, in magra	0.040	0.048	0.055	
f. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e più pietrame	0.045	0.050	0.060	
g. Trattati lenti, sterpaglia e buche profonde	0.050	0.070	0.080	
h. Trattati molto erbosi, buche profonde e grossi arbusti e cespugli	0.070	0.100	0.150	
2. Aree golenali				
a. A pascolo senza vegetazione arbustiva	0.025	0.030	0.050	
b. Aree coltivate	0.020	0.035	0.050	
c. Con vegetazione arbustiva spontanea	0.035	0.070	0.160	
d. Con vegetazione arborea coltivata	0.030	0.060	0.120	
3. Corsi d'acqua montani, senza vegetazione in alveo, sponde ripide alberi e cespugli lungo le sponde sommergibili durante le piene				
a. Fondo: ghiaia, ciottoli e massi sparsi	0.030	0.040	0.050	
b. Fondo: ciottoli e massi grossi	0.040	0.050	0.070	
B. CANALI ARTIFICIALI				
1. Canali in terra lisciata ed uniforme				
a. Puliti, scavata di recente	0.016	0.018	0.020	
b. Puliti, dopo prolungata esposizione	0.018	0.022	0.025	
c. Ghiaia, sezione uniforme, pulita	0.022	0.025	0.030	
d. Erba corta, pochi cespugli	0.022	0.027	0.033	
2. Canali in terra con ondulazioni o irregolari				
a. Senza vegetazione	0.023	0.025	0.030	
b. Con erba e pochi cespugli	0.025	0.030	0.033	
c. Cespugli o piante acquatiche in canali profondi	0.030	0.035	0.040	
d. Fondo in terra e sponde in pietrisco	0.028	0.030	0.035	
e. Fondo in pietrame e sponde in cespugli	0.025	0.035	0.040	
f. Fondo in ciottoli e sponde pulite	0.030	0.040	0.050	
3. Canali scavati o dragati				
a. Senza vegetazione	0.025	0.028	0.033	
b. Cespugli sparsi sulle sponde	0.035	0.050	0.060	
4. Canali in roccia				
a. Lisci ed uniformi	0.025	0.035	0.040	
b. Frastagliati ed irregolari	0.035	0.040	0.050	
5. Canali senza manutenzione, sterpaglia e cespugli				
a. Sterpaglia densa, alta quanto il tirante idrico	0.040	0.050	0.080	
b. Fondo pulito cespugli sulle sponde	0.045	0.070	0.110	
c. Fondo pulito, cespugli sulle sponde, in piena	0.050	0.080	0.120	
d. Cespugli densi ed acque profonde	0.080	0.100	0.140	

Tabella 18 - Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning (Chow,1959)

4.1.3. Condizioni al contorno

Come condizione al contorno di monte e valle è stata assunta la condizione di moto uniforme ossia la coincidenza del livello idrico con l'altezza di moto uniforme, assunto pari alla pendenza media del fondo.

Per il PT07, affluente in sinistra idraulica del Fiume Amato, al fine di tener conto dell'effetto che il reale livello idrico nel corso d'acqua principale, in occasione della piena sul corso d'acqua secondario, possa avere sul tratto in studio è stata imposta anche come condizione di valle un tirante idrico (h_{VALLE}) ottenuto sommando al tirante di moto uniforme (h_u) il valore di 1m ($h_{VALLE}=h_u+1m$).

WBS	C.C. Monte	C.C. Valle (1)	C.C. Valle (2)
PT07 (Marcellinara)	M.U.	M.U.	hu+1m
PT10 (Monaci)	M.U.	M.U.	-

Tabella 19 – Condizioni al contorno

4.2. Verifiche idrauliche

4.2.1. Interferenza PT07 (Marcellinara)

In Figura 17 è riportato uno stralcio planimetrico del corso d'acqua in oggetto con l'indicazione delle sezioni di studio. Si fa presente che, diversamente da quanto evidenziato sulle carte del PAI, non sono state riscontrate altre incisioni oltre a quella modellata.

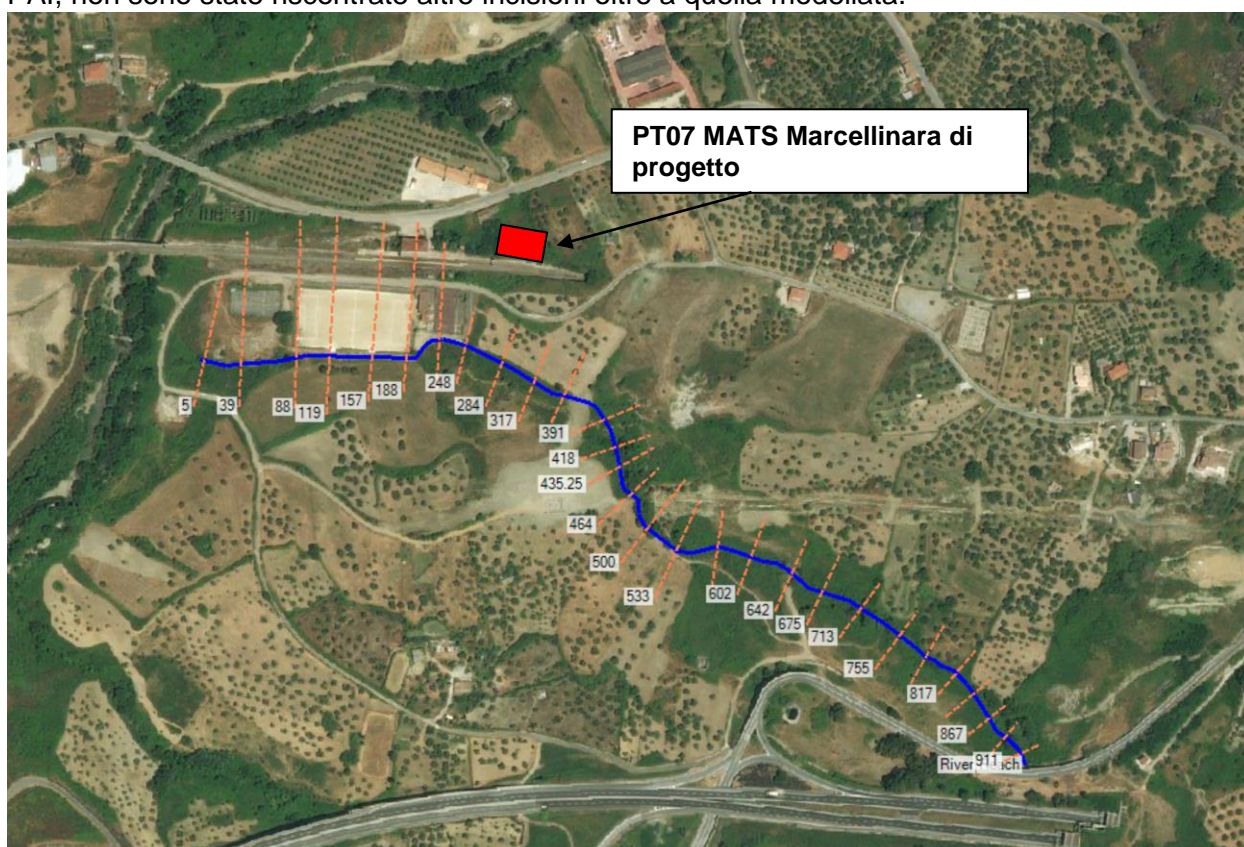


Figura 17 - Tratto corso d'acqua modellato – PT07

L'interferenza non presenta, nel tratto modellato, manufatti di attraversamento. Di seguito sono riportati in dettaglio i dati necessari alla modellazione.

Dati principali per la verifica

- *N. sezioni (escluse interpolate)* 29
- *N. manufatti* 0
- *Condizioni al contorno*
 - Portata (TR50) 13.63 m³/s
 - Portata (TR200) 19.39 m³/s
 - Portata (TR500) 25.55 m³/s

Reach	Sezione	Profile	Q	Fondo Alveo	Livello Idrico	Livello Energetico	Velocità	Froude
[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m/s]	[-]
PT07	675	TR50	13.63	175.85	176.79	178.33	5.50	2.37
PT07	675	TR200	19.39	175.85	176.95	178.76	5.95	2.38
PT07	675	TR500	26.55	175.85	177.12	179.16	6.32	2.36
PT07	642	TR50	13.63	172.72	173.52	174.65	4.71	2.54
PT07	642	TR200	19.39	172.72	173.61	175.01	5.23	2.64
PT07	642	TR500	26.55	172.72	173.70	175.45	5.87	2.71
PT07	602	TR50	13.63	170.27	171.39	171.91	3.20	1.78
PT07	602	TR200	19.39	170.27	171.48	172.11	3.52	1.83
PT07	602	TR500	26.55	170.27	171.56	172.37	3.99	1.91
PT07	571	TR50	13.63	167.27	168.21	169.70	5.41	2.29
PT07	571	TR200	19.39	167.27	168.39	170.08	5.76	2.23
PT07	571	TR500	26.55	167.27	168.59	170.44	6.03	2.15
PT07	533	TR50	13.63	163.99	164.94	165.96	4.48	2.39
PT07	533	TR200	19.39	163.99	165.03	166.35	5.09	2.48
PT07	533	TR500	26.55	163.99	165.12	166.77	5.69	2.56
PT07	500	TR50	13.63	161.29	161.81	162.64	4.03	2.30
PT07	500	TR200	19.39	161.29	161.88	162.97	4.61	2.42
PT07	500	TR500	26.55	161.29	161.96	163.34	5.20	2.53
PT07	464	TR50	13.63	158.28	159.30	160.22	4.25	1.69
PT07	464	TR200	19.39	158.28	159.49	160.56	4.58	1.69
PT07	464	TR500	26.55	158.28	159.69	160.91	4.88	1.68
PT07	435.25	TR50	13.63	156.36	157.21	157.99	3.91	2.01
PT07	435.25	TR200	19.39	156.36	157.31	158.32	4.46	2.10
PT07	435.25	TR500	26.55	156.36	157.40	158.70	5.04	2.19
PT07	418	TR50	13.63	155.21	156.04	156.65	3.47	1.96
PT07	418	TR200	19.39	155.21	156.11	156.92	3.98	2.08
PT07	418	TR500	26.55	155.21	156.19	157.23	4.51	2.16
PT07	391	TR50	13.63	154.81	155.91	156.17	2.27	1.11
PT07	391	TR200	19.39	154.81	156.01	156.35	2.59	1.17
PT07	391	TR500	26.55	154.81	156.12	156.55	2.91	1.22
PT07	347	TR50	13.63	151.47	152.55	153.20	3.56	2.05
PT07	347	TR200	19.39	151.47	152.64	153.43	3.94	2.06
PT07	347	TR500	26.55	151.47	152.73	153.67	4.31	2.09
PT07	317	TR50	13.63	150.32	151.53	151.88	2.62	1.44

Reach	Sezione	Profile	Q	Fondo Alveo	Livello Idrico	Livello Energetico	Velocità	Froude
[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m/s]	[-]
PT07	317	TR200	19.39	150.32	151.61	152.06	2.95	1.49
PT07	317	TR500	26.55	150.32	151.70	152.26	3.30	1.54
PT07	284	TR50	13.63	149.52	150.69	150.91	2.09	1.20
PT07	284	TR200	19.39	149.52	150.76	151.05	2.41	1.28
PT07	284	TR500	26.55	149.52	150.87	151.05	1.97	0.91
PT07	248	TR50	13.63	148.38	148.91	149.35	2.94	1.55
PT07	248	TR200	19.39	148.38	148.96	149.63	3.61	1.82
PT07	248	TR500	26.55	148.38	149.02	149.64	3.68	1.77
PT07	224	TR50	13.63	146.64	147.72	147.89	1.87	1.47
PT07	224	TR200	19.39	146.64	147.75	147.99	2.16	1.54
PT07	224	TR500	26.55	146.64	147.79	148.11	2.49	1.63
PT07	188	TR50	13.63	146.78	147.21	147.24	0.75	0.44
PT07	188	TR200	19.39	146.78	147.28	147.32	0.86	0.46
PT07	188	TR500	26.55	146.78	147.36	147.40	0.97	0.47
PT07	157	TR50	13.63	146.75	147.12	147.14	0.64	0.37
PT07	157	TR200	19.39	146.75	147.19	147.22	0.75	0.39
PT07	157	TR500	26.55	146.75	147.26	147.30	0.85	0.41
PT07	119	TR50	13.63	146.53	147.01	147.03	0.73	0.47
PT07	119	TR200	19.39	146.53	147.07	147.10	0.84	0.48
PT07	119	TR500	26.55	146.53	147.13	147.18	0.94	0.50
PT07	88	TR50	13.63	146.18	146.63	146.76	1.61	1.00
PT07	88	TR200	19.39	146.18	146.73	146.86	1.61	0.99
PT07	88	TR500	26.55	146.18	146.80	146.95	1.73	0.99
PT07	39	TR50	13.63	143.31	143.91	144.40	3.07	1.53
PT07	39	TR200	19.39	143.31	144.04	144.60	3.32	1.51
PT07	39	TR500	26.55	143.31	144.18	144.81	3.52	1.48
PT07	5	TR50	13.63	140.89	141.75	142.52	3.88	1.67
PT07	5	TR200	19.39	140.89	141.92	142.81	4.17	1.63
PT07	5	TR500	26.55	140.89	142.10	143.11	4.45	1.55

Tabella 20 – Risultati PT07

Nelle figure seguenti è riportato il profilo idrico del tratto modellato e tre sezioni rappresentative della zona dell'intervento in progetto.

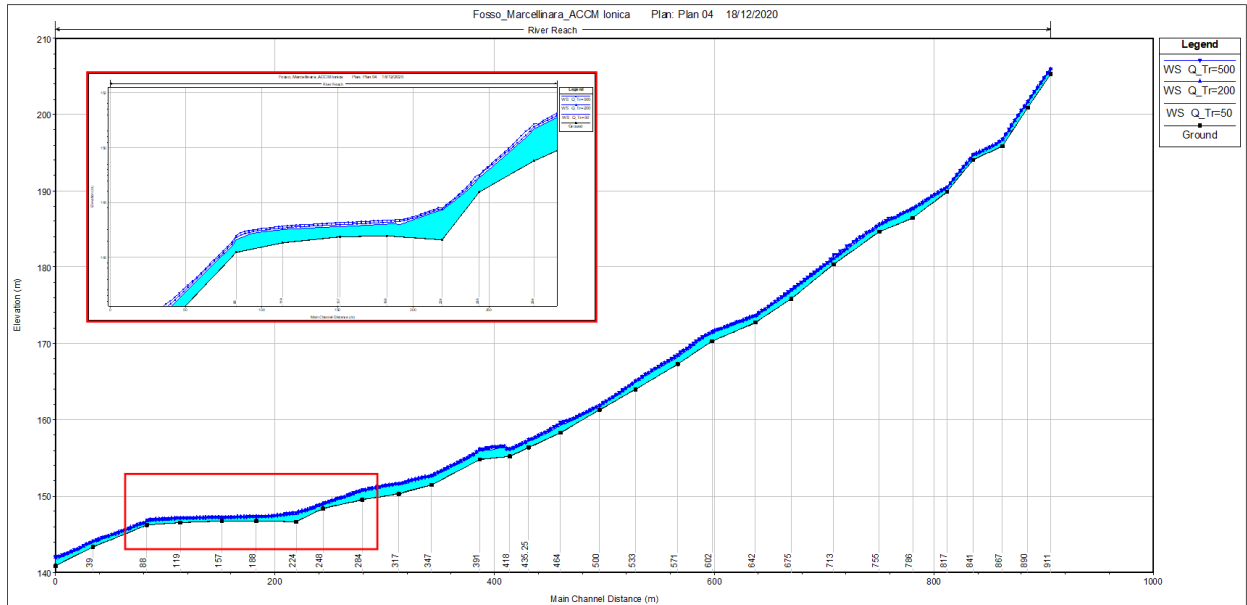


Figura 18 – Profilo idraulico PT07

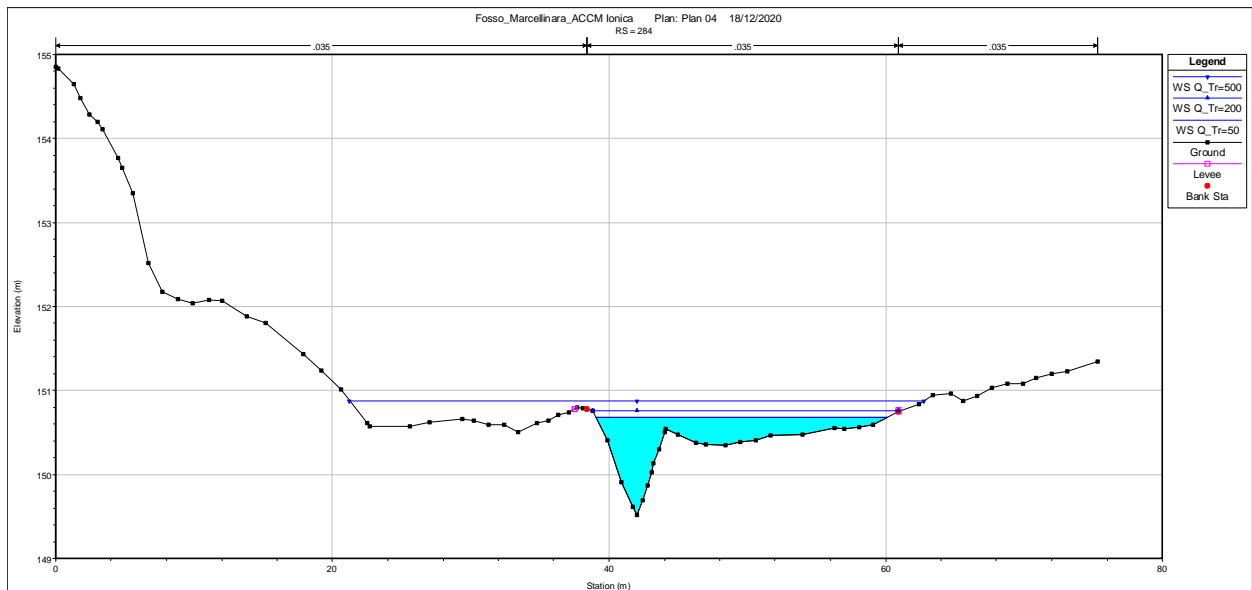


Figura 19 – Sezione 284 PT07

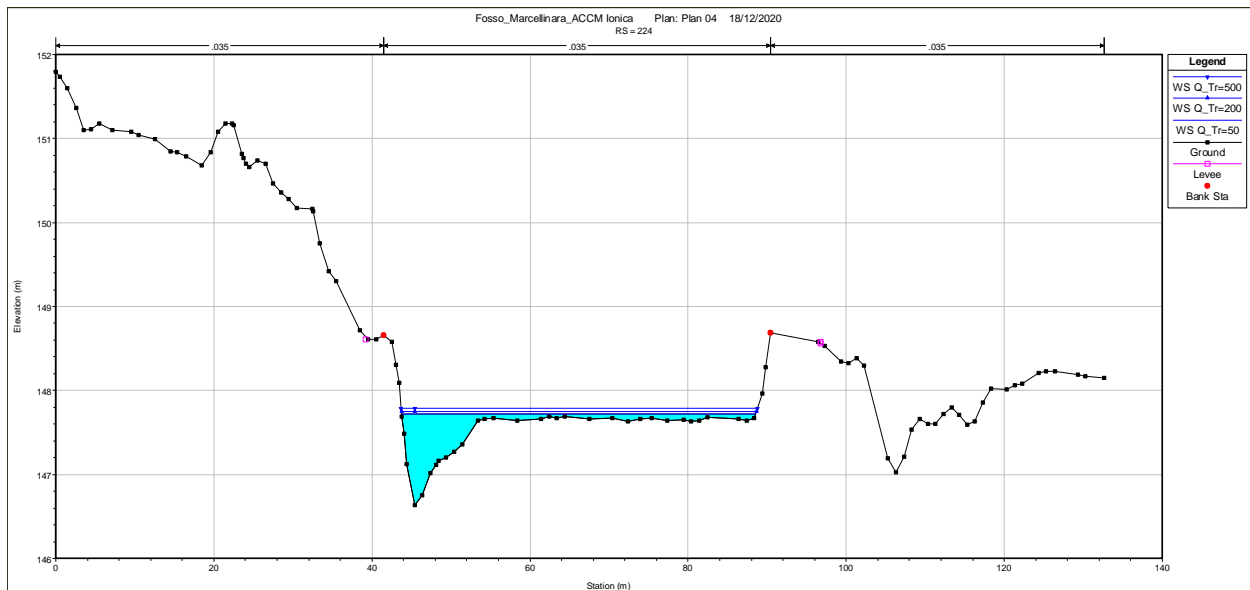


Figura 20 – Sezione 224 PT07

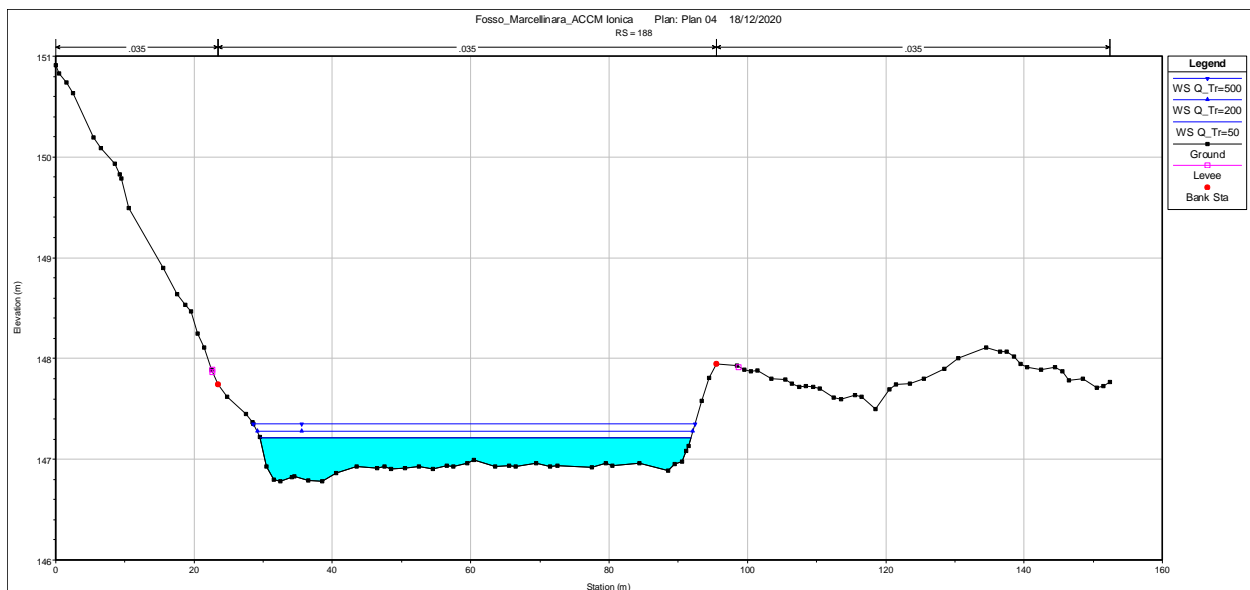


Figura 21 – Sezione 188 PT07

I risultati hanno permesso di riscontrare la presenza di modesti allagamenti, localizzati nella parte terminale del tratto di canale studiato. Nella Figura 22 si riporta uno stralcio planimetrico con l'indicazione delle aree di esondazione da modello monodimensionale per i diversi eventi considerati.

L'estensione degli allagamenti risulta simile, con differenze minime e localizzate, per i tre periodi di ritorno.

Non si riscontrano problematiche di natura idraulica per l'area destinata ad ospitare l'intervento in progetto. Quest'ultima, infatti, risulta esterna alle aree a potenziale rischio d'allagamento.

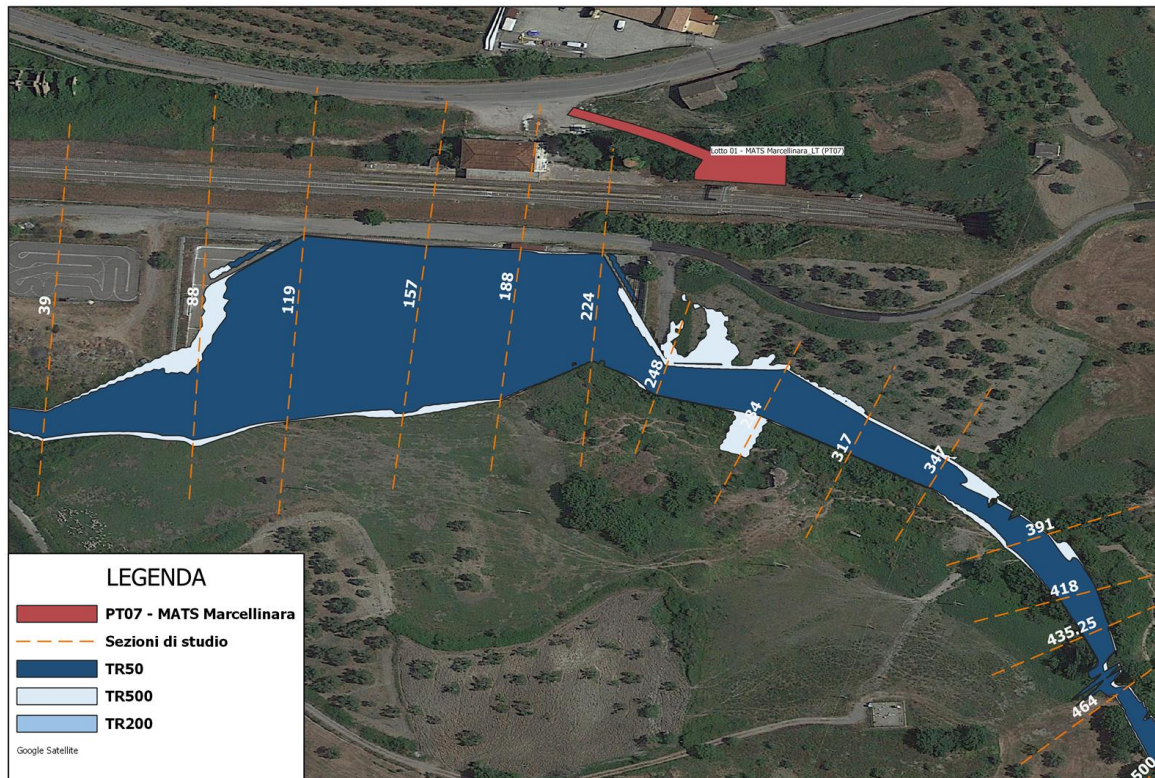


Figura 22 – PT07: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500) – Condizione valle (1)

Risultati “Condizione valle (2)”

Medesime considerazioni valgono per lo scenario 2.

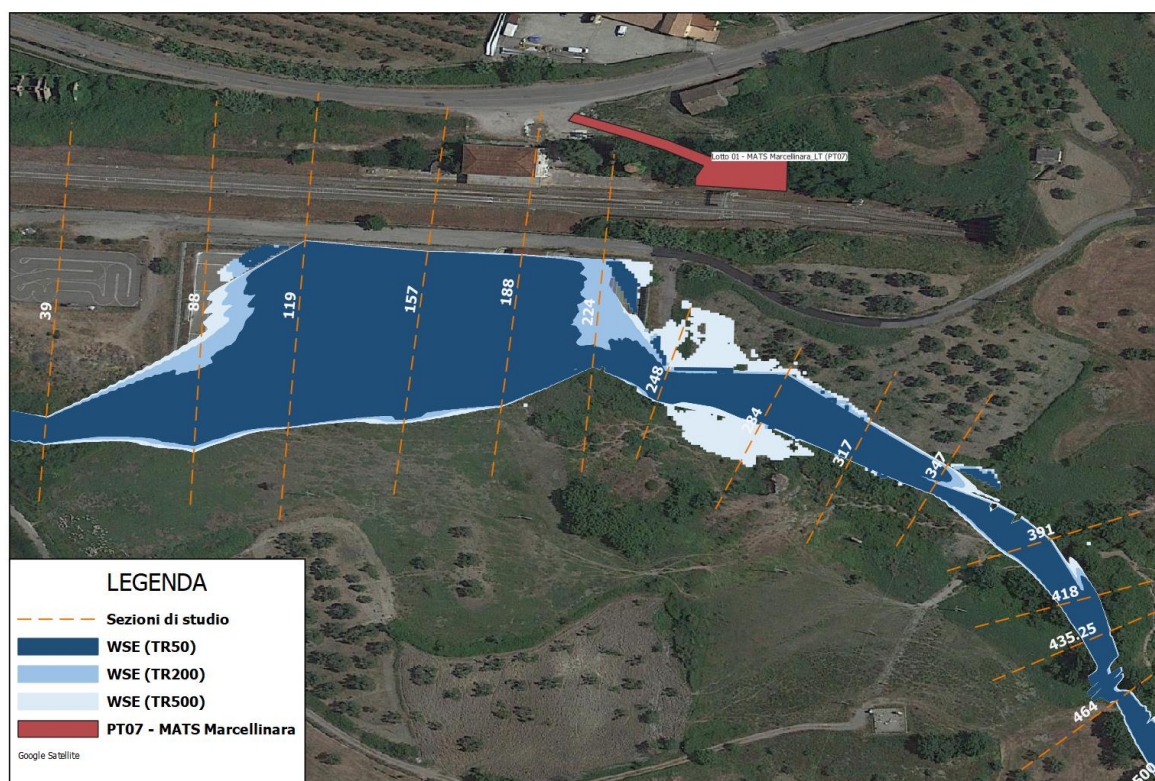


Figura 23 – PT07: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500) – Condizione valle (2)

4.2.2. Interferenza PT10 (Monaci)

In Figura 24 è riportato uno stralcio planimetrico del corso d'acqua in oggetto.

Il tratto in studio presenta quattro manufatti di attraversamento costituiti da tre tombini circolari ed un tombino rettangolare: i tre tombini circolari attraversano le viabilità esistenti, tra cui quella di accesso al piazzale della MATS in progetto, mentre il tombino rettangolare passa sotto la linea ferroviaria; il canale ha forma rettangolare ed è rivestito in calcestruzzo.

Le dimensioni dei manufatti e del canale sono state definite combinando le informazioni riportate sugli elaborati del Progetto Esecutivo, i cui estremi sono riportati al paragrafo 4.1.1, e quelle sullo stato dei luoghi desumibili dalla documentazione fotografica e satellitare disponibile. Laddove è stato riscontrato un disallineamento tra le due fonti di dati, in via cautelativa, è stato assunto quale input quello che riconduce ad uno scenario di pericolosità idraulica più gravoso.

Nella successiva fase di progettazione si provvederà ad effettuare un rilievo di dettaglio del canale e delle opere annesse, al fine di caratterizzare con esattezza lo stato dei luoghi.

Di seguito sono riportate in dettaglio le caratteristiche dei manufatti e gli altri dati implementati nel modello idraulico.

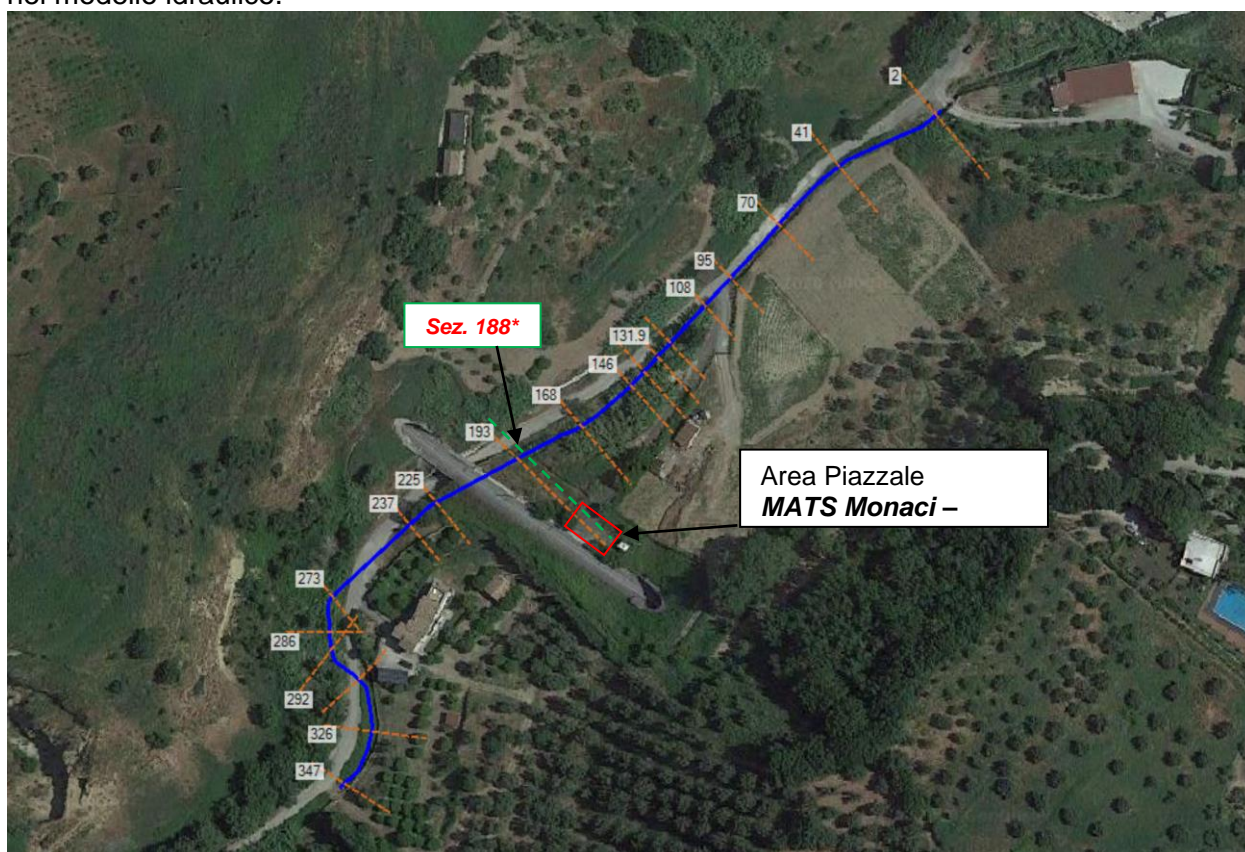
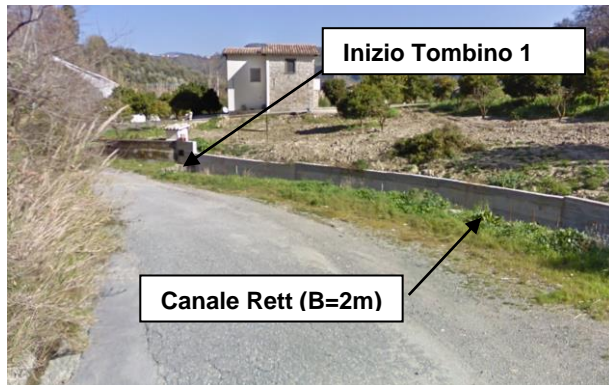


Figura 24 – Tratto corso d'acqua modellato – PT10



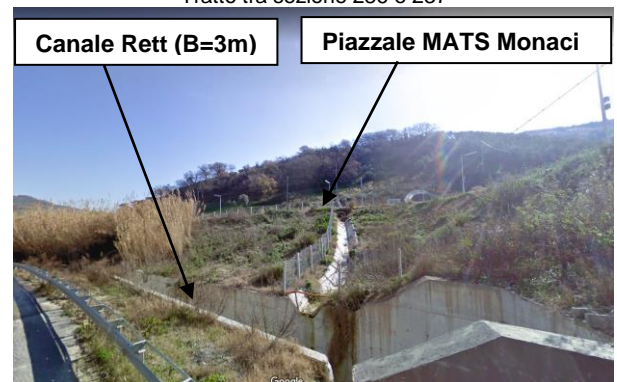
Tratto tra sezione 326 e 306



Tratto tra sezione 286 e 237



Tratto tra sezione 237 e 225



Tratto tra sezione 1 e 168 - Uscita tombino 3



Tratto tra sezione 131.9 e 108



Tratto tra sezione 108 e 70

Figura 25 – Canale PT10

Dati principali per la verifica

- *N. sezioni (escluse interpolate)* 25
- *N. manufatti* 4
- *Caratteristiche canale*
 - Tratto 1 (da pk 347 a pk 237)*
 - Tipologia canale rettangolare in cls
 - BaseXAltezza 2.0xhvariabile
 - Tratto 2 (da pk 347 a pk 2)*
 - Tipologia canale rettangolare in cls
 - BaseXAltezza 3.0xhvariabile
- *Caratteristiche dei manufatti (numerati da monte verso valle)*
 - Tombino 1 sotto la viabilità principale*
 - Tipologia tombino circolare

Reach	Sezione	Profile	Q	Fondo Alveo	Livello Idrico	Livello Energetico	Velocità	Froude
[-]	[-]	[-]	[m³/s]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m/s]	[-]
PT10	286	TR50	25.13	83.35	85.72	86.03	3.02	0.63
PT10	286	TR200	34.84	83.35	85.90	86.31	3.52	0.70
PT10	286	TR500	42.61	83.35	86.00	86.61	4.35	0.85
PT10	273	TR50	25.13	83.00	85.74	85.89	2.25	0.56
PT10	273	TR200	34.84	83.00	85.96	86.14	2.46	0.58
PT10	273	TR500	42.61	83.00	86.10	86.31	2.71	0.61
PT10	255	Culvert						
PT10	237	TR50	25.13	81.12	84.54	84.84	2.96	0.80
PT10	237	TR200	34.84	81.12	84.68	85.05	3.26	0.84
PT10	237	TR500	42.61	81.12	84.79	85.20	3.43	0.85
PT10	225	TR50	25.13	81.01	83.86	84.09	2.32	0.44
PT10	225	TR200	34.84	81.01	84.47	84.68	2.27	0.39
PT10	225	TR500	42.61	81.01	84.56	84.84	2.66	0.45
PT10	209	Culvert						
PT10	193	TR50	25.13	80.65	83.15	83.70	3.32	0.67
PT10	193	TR200	34.84	80.65	83.97	84.30	2.76	15.68
PT10	193	TR500	42.61	80.65	83.69	84.40	3.99	0.73
PT10	188*	TR50	25.13	80.55	83.16	83.56	2.92	0.58
PT10	188*	TR200	34.84	80.55	84.03	84.18	2.04	0.35
PT10	188*	TR500	42.61	80.55	83.53	84.08	3.66	0.68
PT10	168	TR50	25.13	80.15	82.08	83.04	4.35	1.00
PT10	168	TR200	34.84	80.15	82.55	83.74	4.85	1.00
PT10	168	TR500	42.61	80.15	82.92	83.37	3.43	0.66
PT10	146	TR50	25.13	79.71	82.38	82.46	1.56	0.31
PT10	146	TR200	34.84	79.71	82.63	82.74	1.84	0.34
PT10	146	TR500	42.61	79.71	82.80	82.93	2.04	0.37
PT10	139	TR50	25.13	79.57	82.37	82.45	1.54	0.29
PT10	139	TR200	34.84	79.57	82.61	82.72	1.82	0.33
PT10	139	TR500	42.61	79.57	82.78	82.91	2.02	0.36
PT10	138.9	TR50	25.13	78.82	82.38	82.44	1.34	0.23
PT10	138.9	TR200	34.84	78.82	82.63	82.72	1.61	0.26
PT10	138.9	TR500	42.61	78.82	82.79	82.90	1.79	0.29
PT10	131.9	TR50	25.13	78.68	82.37	82.43	1.33	0.22
PT10	131.9	TR200	34.84	78.68	82.61	82.70	1.60	0.26

Reach	Sezione	Profile	Q	Fondo Alveo	Livello Idrico	Livello Energetico	Velocità	Froude
[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m/s]	[-]
PT10	131.9	TR500	42.61	78.68	82.78	82.89	1.79	0.28
PT10	131.8	TR50	25.13	77.93	82.37	82.43	1.19	0.18
PT10	131.8	TR200	34.84	77.93	82.62	82.70	1.45	0.21
PT10	131.8	TR500	42.61	77.93	82.79	82.88	1.63	0.24
PT10	125	TR50	25.13	77.79	82.38	82.42	1.06	0.16
PT10	125	TR200	34.84	77.79	82.62	82.69	1.33	0.19
PT10	125	TR500	42.61	77.79	82.78	82.87	1.53	0.22
PT10	108	TR50	25.13	77.43	82.23	82.38	2.01	0.38
PT10	108	TR200	34.84	77.43	82.47	82.64	2.18	0.40
PT10	108	TR500	42.61	77.43	82.64	82.82	2.30	0.41
PT10	102	Culvert						
PT10	95	TR50	25.13	77.17	81.12	81.62	3.33	0.72
PT10	95	TR200	34.84	77.17	81.40	81.97	3.66	0.74
PT10	95	TR500	42.61	77.17	81.58	82.20	3.92	0.77
PT10	70	TR50	25.13	76.92	79.65	80.12	3.04	0.59
PT10	70	TR200	34.84	76.92	80.11	80.74	3.54	0.64
PT10	70	TR500	42.61	76.92	80.48	81.08	3.59	0.61
PT10	41	TR50	25.13	76.63	79.34	79.80	2.99	0.64
PT10	41	TR200	34.84	76.63	79.70	80.34	3.55	0.75
PT10	41	TR500	42.61	76.63	79.95	80.72	3.87	0.84
PT10	2	TR50	25.13	76.25	78.96	79.35	2.76	0.67
PT10	2	TR200	34.84	76.25	79.26	79.71	3.06	0.69
PT10	2	TR500	42.61	76.25	79.43	79.91	3.23	0.70

Tabella 21 – Risultati PT10

Nelle figure seguenti è riportato il profilo idraulico e tre sezioni rappresentative del canale in studio.

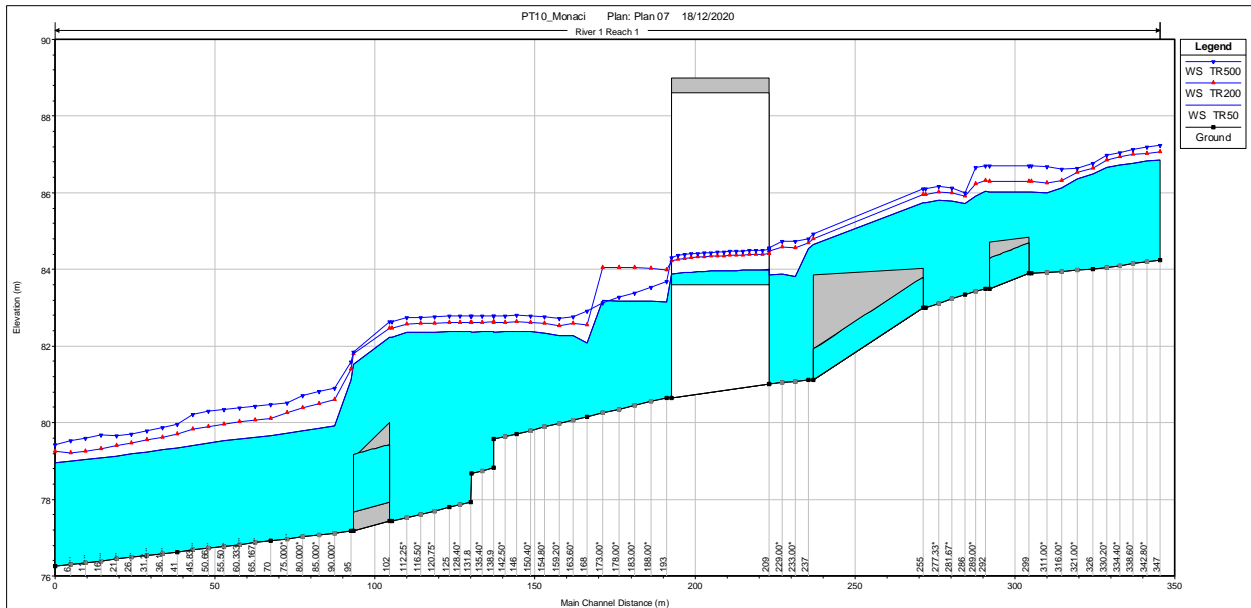


Figura 26 – Profilo idraulico PT10

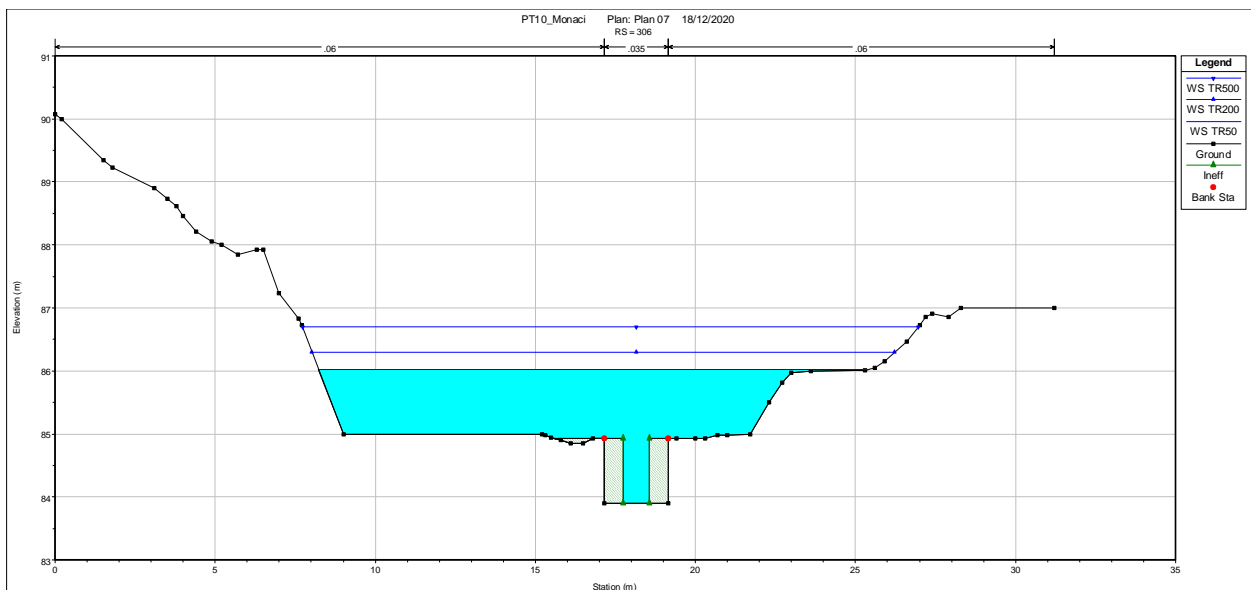


Figura 27 – Sezione 306 PT10

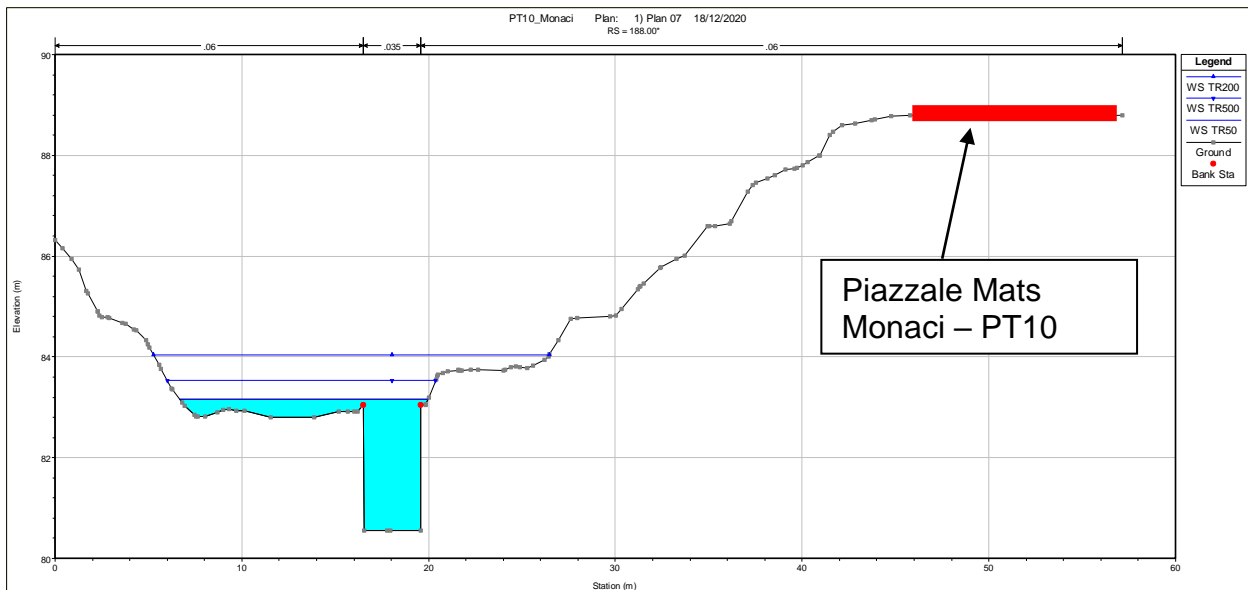


Figura 28 – Sezione 188* PT10

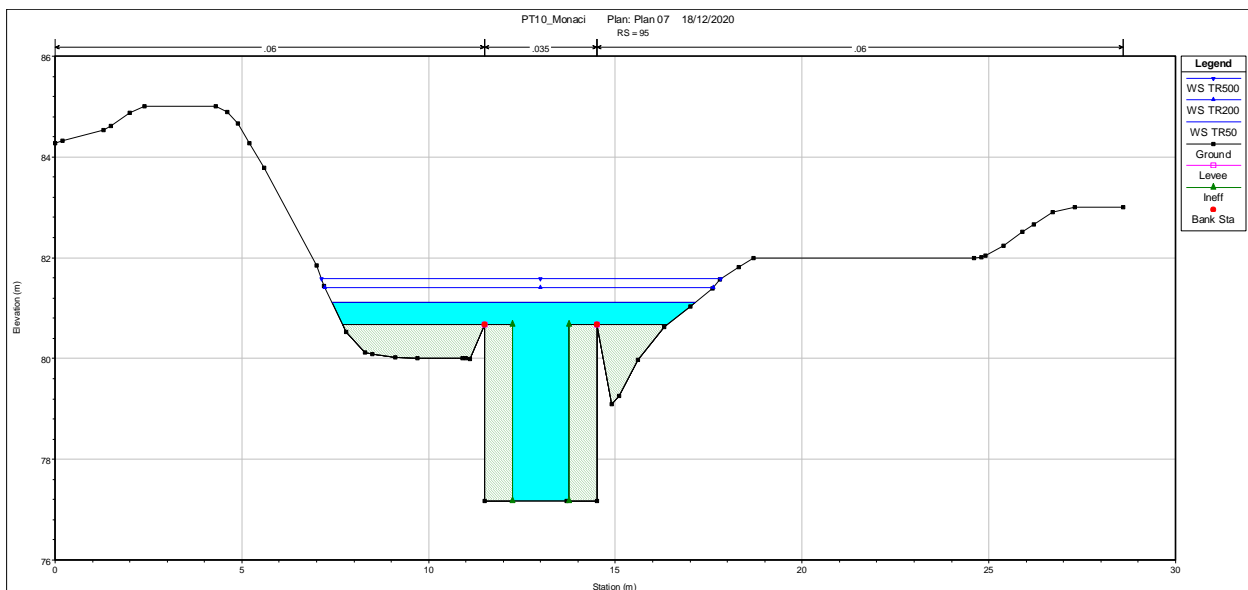


Figura 29 – Sezione 95 PT10

I risultati hanno permesso di riscontrare la presenza di allagamenti diffusi lungo il tratto di canale oggetto di studio. Nella Figura 30 si riporta uno stralcio planimetrico con l'indicazione delle aree di esondazione da modello monodimensionale per i diversi eventi considerati.

L'estensione degli allagamenti risulta simile, con differenze minime e localizzate, per i tre periodi di ritorno. Già per bassi TR50 il canale risulta insufficiente a contenere la portata di riferimento e la corrente interessa l'adiacente viabilità esistente.

Non si riscontrano problematiche di natura idraulica per l'area destinata ad ospitare l'intervento in progetto. Quest'ultima, infatti, risulta esterna alle aree a potenziale rischio d'allagamento (vedi anche sezione 188* su riportata).

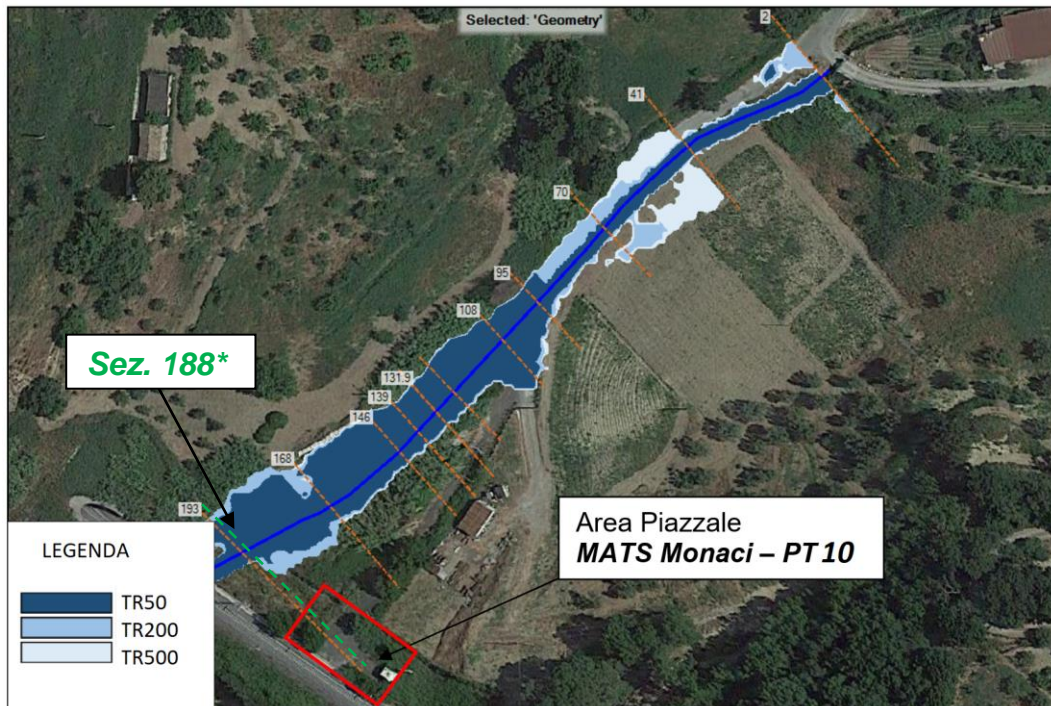


Figura 30 – PT10: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500)

	ELETTRIFICAZIONE TRATTA LAMEZIA T.-CATANZARO L. (Lotto 01)					
Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RCOW	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A	FOGLIO 45 di 48

6. Conclusioni

Le analisi effettuate nel presente documento sono finalizzate alla valutazione della compatibilità idraulica degli interventi in progetto con l'attuale assetto idraulico del territorio, alla luce degli strumenti di pianificazione territoriale e delle disposizioni legislative vigenti in materia di difesa del suolo e di protezione dal rischio idraulico.

Gli studi sono stati svolti in accordo agli indirizzi dettati per il settore specifico dal "*Piano stralcio per l'assetto idrogeologico*" della Regione Calabria - approvato con Delibera di Consiglio Regionale n.115 del 28/12/2001 (**PAI_2001**). Questo Piano, è stato oggetto di una variante che prevede l'aggiornamento delle mappe del PAI a quelle del PGRA (**PAI_2020**).

Le direttive emanate dal PAI relativamente alle specifiche tematiche sviluppate nel presente studio sono riportate essenzialmente in tre atti:

- "*Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia*" – testo aggiornato con delibera del C.I. n°27 del 02/08/2011- **NTA**
- "*Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree di attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio di inondazione (approvate dal Comitato Istituzionale il 31/07/2020)*", che fornisce gli indirizzi generali da applicare nelle attività di progettazione per i casi espressamente previsti dalle Norme di Attuazione
- "*Misure di salvaguardia collegate alla adozione dei progetti di variante predisposti in attuazione degli aggiornamenti dei PAI alle nuove mappe del PGRA di cui alla delibera Cip n.1 del 20/12/2019*" - **MdS**

In riferimento alle mappe del **PAI_2020** redatte dall'Autorità di Bacino della Regione Calabria, si riscontra che i siti denominati PT03, PT06, PT07 e PT10 ricadano in aree di attenzione PGRA mentre il PT04 in aree a rischio idraulico basso PAI. Si rappresenta che le aree di attenzione, come ampiamente documentato nelle relazioni delle varianti di aggiornamento che le contengono, costituiscono ambiti per i quali necessitano approfondimenti di studio per la precisa classificazione dei livelli di pericolosità e di rischio di alluvioni.

Le Misure di Salvaguardia (MdS) all'art. 4 citano che nelle Aree di Attenzione PGRA sono consentiti:

omissis...

d) la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non producano un significativo incremento del valore del rischio idraulico dell'area;

omissis...

Gli interventi di cui alla lett. d), a esclusione di quelli di manutenzione, devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulica, predisposto nel rispetto delle disposizioni del Piano Stralcio territorialmente competente che valuti i livelli di pericolosità e/o rischio della zona d'interesse ante e post operam e garantisca la

Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RC0W	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A	FOGLIO 46 di 48
---	------------------	-------------	---------------------	----------------------	-------------------	--------------------

compatibilità degli interventi con le disposizioni della normativa del Piano stralcio

Per quanto riguarda invece le Aree a Rischio Idraulico Basso (R1), le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) alla PARTE II, art. 23 definiscono che:

1. *Nelle aree a rischio R2 e R1 non è consentita la realizzazione di locali sotterranei e/o seminterrati ad uso abitativo e commerciale.*

Il presente progetto è legato ad un'effettiva esigenza di pubblico interesse e fornisce un servizio essenziale e non delocalizzabile. Non prevede la realizzazione di locali sotterranei e/o seminterrati. Gli interventi non alterano la funzionalità idraulica e non costituiscono quindi, in nessun caso, un fattore di aumento del rischio idraulico, nè localmente nè negli ambiti territoriali limitrofi.

In ottemperanza a quanto riportato nelle misure di salvaguardia, per il PT07 e PT10, sono stati svolti degli studi idrologici idraulici in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dall'ABR. Per quanto attiene l'intervento PT03, l'analisi idrologica ha riscontrato invece l'assenza di un reticolo idrografico, quindi, per esso non è stato implementato un modello idraulico. In merito alla compatibilità idraulica dell'intervento PT06 si rimanda, invece, ai seguenti elaborati:

Nome Elaborato	Codifica
Elaborati Generali	
Relazione idrologica	R C 0 W 0 1 D 7 8 R I I D 0 0 0 1 0 0 1 B
Relazione idraulica corsi d'acqua secondari	R C 0 W 0 1 D 7 8 R I I D 0 0 0 2 0 0 1 B
Corografia dei bacini	R C 0 W 0 1 D 7 8 C Z I D 0 0 0 2 0 0 1 B
Planimetria PAI/PGRA	R C 0 W 0 1 D 7 8 P 4 I D 0 0 0 2 0 0 1 B
Fosso in corrispondenza della viabilità' PT06	
Planimetria, profilo e sezioni post operam	R C 0 W 0 1 D 7 8 P Z I D 0 0 0 2 0 0 2 A

Gli studi effettuati hanno seguito le seguenti fasi:

- studio della cartografia, della topografia e individuazione delle principali interferenze tra la le opere in progetto e l'idrografia superficiale;
- perimetrazione dei bacini idrografici sottesi in corrispondenza delle opere in progetto e studio delle loro caratteristiche geomorfologiche;
- valutazione delle caratteristiche dei bacini e calcolo dei tempi di corrivazione mediante l'utilizzo di diverse equazioni disponibili in letteratura;
- calcolo delle altezze di pioggia per diversi tempi di ritorno mediante il metodo di regionalizzazione VAPI e il modello probabilistico di Gumbel
- calcolo delle massime portate dei bacini idrografici mediante il metodo razionale
- analisi su modello matematico di simulazione idraulica in schema monodimensionale (modello 1D HEC-RAS).

Le simulazioni numeriche hanno mostrato che le opere in progetto sono esterne alle aree occupate della corrente di piena e non inducono quindi alcuna alterazione al deflusso delle piene di progetto.

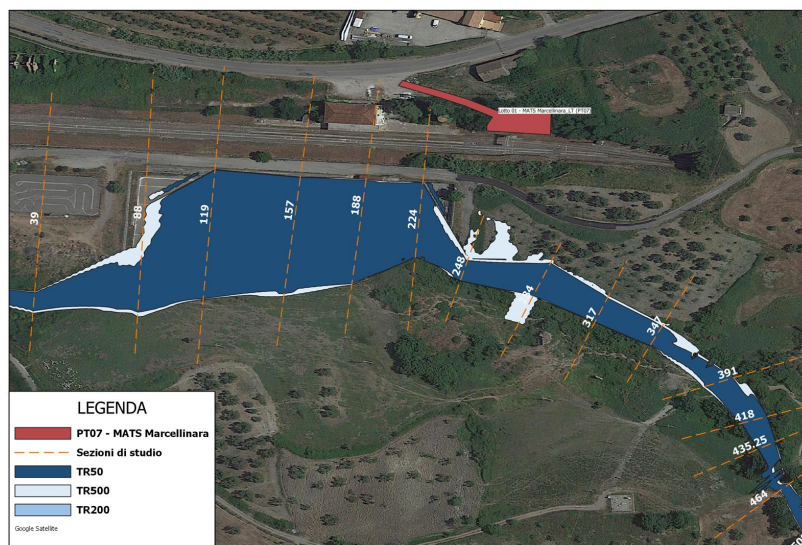


Figura 31 – PT07: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500)

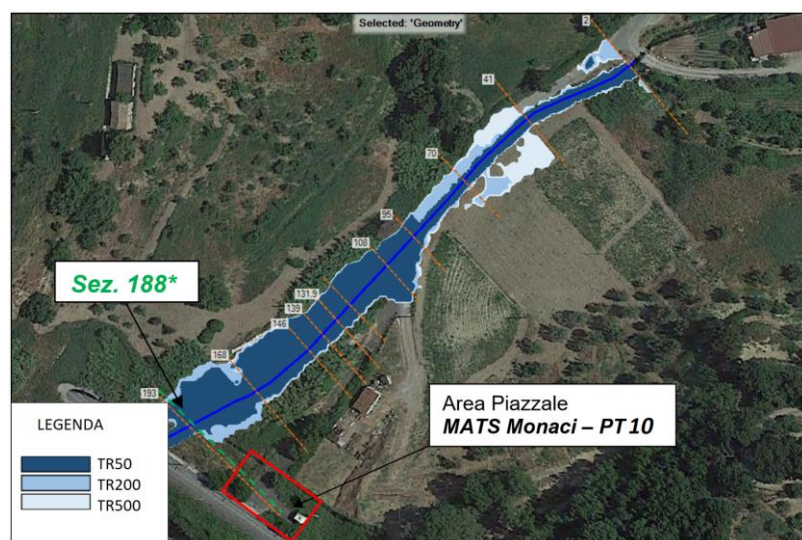


Figura 32 – PT10: Stralcio planimetrico con aree di esondazione (TR50, TR200 e TR500)

Si evidenzia, inoltre, che le opere in progetto:

- non modificano l'uso del territorio e di conseguenza il grado di vulnerabilità dello stesso;
- sono strutture impresenziate;
- non interferiscono con alcun corso d'acqua;
- non modificano l'assetto morfologico attuale del territorio in cui si inseriscono e quindi non modificano le attuali dinamiche di propagazione delle esondazioni;
- non comportano apprezzabili modifiche delle caratteristiche di infiltrazione delle superfici in cui insistono e quindi lasciano sostanzialmente invariato l'afflusso efficace;

per tali motivi non si hanno effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata dagli interventi e non si modificano le condizioni di sicurezza.

Alla luce delle precedenti considerazioni, si può quindi concludere che tutte le opere previste

Relazione di compatibilità idraulica al nuovo PAI	PROGETTO RC0W	LOTTO 01	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002	REVISIONE 001A	FOGLIO 48 di 48
---	------------------	-------------	---------------------	----------------------	-------------------	--------------------

sono idraulicamente compatibili con le norme della legislazione vigente di protezione dai rischi idraulici e con la conformazione odierna dei luoghi.