



REGIONE BASILICATA

DIREZIONE GENERALE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'

Ufficio Trasporti e Mobilità Sostenibile

CUP: G81C19000230001

CIG: 982298252E

Fondi ex art.1, comma 640, della Legge n.208/2015
- Decreto Interministeriale n.517 del 29.11.2018 -

PROGETTO DEFINITIVO

per la realizzazione del 1° Lotto funzionale prioritario del Tratto Lucano della
Ciclovia della Magna Grecia - versante ionico da Tempio di Hera a Stazione F.S. di
Metaponto nel Comune di Bernalda in Provincia di Matera

Regione Basilicata
Ufficio Trasporti e Mobilità Sostenibile

Il R.U.P.
ing. Carmen VITIELLO

Il Dirigente
ing. Donato ARCIERI

PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari

MANDANTI:

Responsabile Integrazioni prestazioni specialistiche e Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione:
Ing. Gianluca CICIRIELLO - Iscritto Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari al n. 8821

Responsabile Geologia:

Geol. Danilo GALLO - Iscritto Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n. 588

Responsabile inserimento ambientale e paesaggistico:

Ing. Roberta GENTILE - Iscritta all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Taranto al n. 3304 (Giovane Professionista)



Codice Elaborato

ID RE 01

Titolo Elaborato

Studio di compatibilità
idrologica ed idraulica

Lotto Ciclovia: n. 1

Scala: --

N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato
02	GIU.2024	Emesso per RECEPIMENTO PRESCRIZIONI/OSSERVAZIONI CDS	/	/	/
01	SETT.2023	Emesso per RICHIESTE INTEGRAZIONI A SEGUITO DI CDS	/	/	/
00	AGO.2023	Emesso per PROGETTO DEFINITIVO	/	/	/

Sommario

PREMESSE.....	2
BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	2
CARATTERISTICHE DEL BACINO DEL BRADANO.....	5
ANALISI VINCOLISTICA IDRAULICA	6
STUDI SPECIALISTICI DI SETTORE.....	12
CONCLUSIONI E INTERVENTI DI MITIGAZIONE.....	27
Interventi di mitigazione	29

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

PREMESSE

Il presente documento costituisce lo Studio di Compatibilità Idrologica ed Idraulica, redatto ai sensi delle NTA del PAI del Distretto dell'Appennino Meridionale – Regione Basilicata, relativamente al progetto del 1° Lotto funzionale prioritario del Tratto Lucano della Ciclovia della Magna Grecia - versante ionico da Tempio di Hera a Stazione F.S. di Metaponto nel Comune di Bernalda in Provincia di Matera.

La ciclovia Magna Grecia fa parte del sistema delle ciclovie turistiche nazionali. In particolare, il lotto in oggetto, esteso circa 8.800 m e prevalentemente sito su infrastrutture stradali esistenti da regimentare in promiscuo fra autoveicoli e viclisti, fa parte delle ciclovie nazionali individuate da Bicalitalia 2022, così come meglio descritto negli altri elaborati facenti parte del presente progetto.

Dopo una breve descrizione delle opere utili alla realizzazione del tronco della ciclovia, il presente elaborato approfondisce le caratteristiche idrologiche ed idrauliche dell'area in oggetto, facente parte del Bacino del Bradano, e i principali studi specialistici che sono stati condotti nell'ultimo decennio per mitigare la pericolosità idraulica delle aree di pertinenza. A seguito di una ampia ricognizione dello stato di fatto e delle opere previste da altre fonti di finanziamento, per la mitigazione del rischio idraulico del Bacino del Bradano, al termine della presente relazione, vengono individuate le soluzioni progettuali che, nel periodo transitorio, ovvero fino alla realizzazione delle opere suddette, consentano di realizzare la ciclovia minimizzando il rischio di esposizione per i ciclisti e, più in generale, per gli utenti delle strade interessate dal tracciato della ciclovia.

BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Nel presente paragrafo vengono descritte le opere previste per la realizzazione della ciclovia in progetto. Si rimanda alla relazione generale, alla relazione specialistica della ciclovia e alle relazioni facenti parte della sezione di progetto "Compatibilità Ambientale".

Il percorso in progetto inizia in corrispondenza della stazione ferroviaria di Metaponto, in particolare dalla rampa ciclabile esistente che conduce al sottopasso ferroviario ciclopedonale.

La ciclovia, per un primo tratto esteso circa 200 m, sarà realizzata utilizzando la stradina locale esistente, lasciando invariata la sua larghezza e regimentandola in promiscuo con i veicoli motorizzati diretti alle proprietà adiacenti. In tale tratto è previsto il rifacimento dello strato di usura e la posa in opera di segnaletica orizzontale e verticale.

Prima di giungere alla intersezione con la rampa che conduce alla S.P. Bernalda-Metaponto, la ciclovia utilizzerà un percorso pedonale esistente che dovrà essere allargato rispetto alla sua larghezza attuale, pari a circa 1,50 m, prevedendo l'esproprio delle fasce laterali in allargamento. Tale percorso ciclabile risulta essere distante circa 1,5 m dalle scarpate di un canale a protezione della detta Strada Provinciale e, dall'altra parte, risulta essere distante circa un metro dalla recinzione di un residence turistico.

In particolare, il percorso pedonale sarà allargato ambo i lati per raggiungere una larghezza minima pari a 3,0 m e, ove possibile una larghezza pari a 3,50 m. Il tutto, per non andare ad interferire con le scarpate del canale e per non intaccare i pali d'illuminazione del residence attiguo.

Le lavorazioni, quindi, prevedranno l'allargamento della ciclovia fino al limite della recinzione in rete metallica, lungo il lato del residence, e l'allargamento di circa 1,0 m lungo il lato prospiciente al canale. In corrispondenza di un pozzetto idraulico interferente con l'allargamento della ciclovia, sul lato prospiciente al canale, sarà posato in opera apposito bicchiere con copri pozzetto (dotato di botola per le ispezioni) in modo tale da risolvere l'interferenza e da rendere l'elemento di chiusura complanare al piano della ciclovia.

Dopo circa 225 m, il percorso pedonale esistente non risulta più adiacente al residence turistico e prosegue per circa 130 m fino a innestarsi con la S.P. Metaponto Bernalda. In questo tronco gli allargamenti, con relativi

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

espropri, dovranno effettuarsi senza occupare le scarpate del canale esistente che, per un tratto, si allontana dallo stesso percorso, senza implicare la risoluzione di particolari interferenze. Le opere di scavalco del canale esistente resteranno tal quali, con la mera sostituzione delle barriere protettive che saranno realizzate in acciaio Corten. Il profilo longitudinale della ciclovia, in tale tratto, resterà identico a quello del percorso pedonale esistente.

Una volta impegnata la S.P. Bernalda Metaponto la ciclovia sfrutterà un percorso ciclabile esistente largo mediamente 3,5 m. Allo stato attuale il percorso è delimitato da una barriera metallica di tipo spartitraffico. Essendo la Strada Provinciale regimentata con limite di velocità pari a 50 km/h ed essendo le normative vigenti sui dispositivi di ritenuta valevoli per strade con velocità pari o superiori a 70 km/h, tale barriera, ritenuta pericolosa in caso di impatto per pedoni e velocipedi (in tal caso la barriera si deformerebbe invadendo lo spazio ciclopedonale), sarà sostituita con un cordolo largo 50 cm, come previsto dal D.M.1999 sulle piste ciclabili.

Allo stato attuale, la rampa di innesto sulla la S.P. Metaponto Bernalda si immette con una corsia di immissione lungo l'asta principale. Il D.M.2006 con consente la realizzazione di rampe di immissione su strade a singola carreggiata. Per tale motivazione la rampa sarà dotata di STOP e parte dell'attuale corsia di immissione sarà resa non transitabile con zebratura realizzata in segnaletica orizzontale: la restante parte sarà utilizzata per estendere il percorso ciclopedonale esistente fino all'immissione con il percorso pedonale esistente. In tal modo si assicura maggiore continuità e sicurezza al percorso ciclopedonale, rispetto alla situazione attuale.

Dopo circa 550 m, la ciclovia lascia la S.P. Bernalda-Metaponto e si immette nella strada comunale (senza nome) che fiancheggia il complesso turistico Alessidamo Tour. Dai sopralluoghi effettuati e dai rilievi celerimetrici condotti, si è appreso che è in atto la realizzazione di una rotatoria per la messa in sicurezza dell'intersezione fra le due strade (precedentemente regolamentato con impianto semaforico andato in disuso con il tempo). Per tale motivazione si è deciso di non prevedere, nel presente progetto, l'implementazione di un nuovo impianto semaforico, bensì una semplice sistemazione del nodo con segnaletica verticale ed orizzontale che, necessariamente, dovrà essere rivista nel progetto esecutivo alla luce della nuova rotatoria in via di realizzazione.

Nel primo tratto della strada Comunale (senza nome) la ciclovia impegnerà la stessa sede stradale regimentata in sede promiscua con i veicoli, per poche decine di metri. In questo limitato tronco stradale sarà istituito un limite di velocità pari a 30 km/h e sarà potenziata la segnaletica orizzontale e verticale. Superato il ponticello che scavalca il canale idraulico, infatti, la ciclovia torna in sede propria (ciclopedonale) sfruttando il marciapiede ed il percorso ciclabile esistente.

I due spazi, pedonale e ciclabile esistenti, saranno resi complanari a formare un unico percorso ciclopedonale, delimitato, da un lato dalla aiuola inverdita esistente e da un lato dal muretto di recinzione e/o dalle recinzioni in rete metallica delle proprietà private. Per tutto questo tratto non sono previsti espropri.

In un solo caso la ciclovia sarà localmente ristretta per la presenza di un palo della rete elettrica di media tensione. Considerata la singolarità del restringimento (i restringimenti localizzati sono previsti anche dal D.M.1999 – Piste ciclabili) e la difficoltà di riposizionare il palo per le condizioni al contorno, tale interferenza non sarà risolta. Il palo sarà opportunamente segnalato con vernice bianca e rossa ambo i lati.

In tale tratto, esteso circa 370 m, in cui la ciclovia avrà una larghezza compresa fra 3,00 e 3,50 m (in base allo stato dei luoghi, al posizionamento della aiuola esistente, da preservare, e dei muretti di recinzione privati) le lavorazioni da espletare saranno le seguenti:

- Sistemazione della aiuola esistente (con sostituzione cordoli esistenti, ove necessario);
- Eliminazione di cordolo delimitante il marciapiede;
- Demolizione del marciapiede esistente;

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

- Pavimentazione del percorso ciclopedonale.

Il profilo longitudinale della ciclovia sarà praticamente identico a quello del marciapiede esistente.

Superato il tratto in affiancamento ai villini privati, la ciclovia proseguirà lungo il percorso ciclopedonale esistente (da adeguare a 3,50 m di larghezza) per circa 210 m, fino a giungere alla rotatoria esistente, sita fra la Strada Comunale (senza nome) e la strada di accesso al Parco Vacanze Olympus. In tale tratta, le lavorazioni principali saranno:

- Sistemazione della aiuola esistente (con sostituzione cordoli esistenti, ove necessario);
- Posa in opera di nuovi cordoni (lato Est);
- Allargamento della sede esistente.

La rotatoria esistente sarà ripavimentata (strato di usura), si provvederà all'inverdimento dell'isola centrale e gli spazi adiacenti alla rotatoria, impegnati dalla stessa ciclovia, saranno riqualificati. Per valorizzare i luoghi, tali spazi saranno ripavimentati in basolato e dotati di 2 portabiciclette, oltre che di borchie in acciaio Corten utili a delimitare la zona di transito delle biciclette da quelle di sosta. Tutte le aiuole esistenti, al lato della strada comunale, saranno oggetto di piantumazione di essenze arbustive (della stessa specie di quelle esistenti, ovvero oleandri) laddove l'originaria piantumazione sia andata persa.

Superata la rotatoria precedentemente descritta, la ciclovia impegna un percorso ciclabile/pedonale esistente adiacente alla Strada Comunale Santa Palagina, largo circa 2,30 m, per una estensione pari a circa 1000 m.

Lungo tale tratto il percorso ciclopedonale, adeguato in larghezza a 3,50 m, sarà oggetto delle stesse lavorazioni precedenti:

- Sistemazione della aiuola esistente (con sostituzione cordoli esistenti, ove necessario);
- Posa in opera di nuovi cordoni (lato Est);
- Allargamento della sede esistente.

Anche in questo caso, tutte le aiuole esistenti, al lato della S.C. Santa Palagina, saranno oggetto di piantumazione di essenze arbustive laddove l'originaria piantumazione sia andata persa. L'allargamento avverrà sempre su lato Est, senza però occupare le scarpate del canale esistente. Il profilo longitudinale della ciclovia coinciderà con quello del percorso pedonale/ciclabile esistente.

Al termine del percorso pedonale/ciclabile esistente la ciclovia si innesterà su via Dompablo, prevedendo, per un breve tratto, l'esproprio di una fascia larga 4 m in affiancamento alla S.C. Santa Palagina.

Il tratto della ciclovia che verterà su via Dompablo sarà regimentato in promiscuo, permettendo agli utenti motorizzati di imboccare e percorrere la stessa via. Per il tratto in esproprio è previsto lo scavo del cassonetto pari 40 m di altezza, la posa di uno strato di fondazione (h=30 cm), la posa in opera di binder (6 cm) e di usura (4 cm). Il tratto di via Dompablo percorso in promiscuo, invece, sarà rifinito in conglomerato bituminoso: binder (6 cm) e di usura (4 cm).

Dopo il tratto regimentato in promiscuo con gli autoveicoli, la ciclovia proseguirà sull'unico tratto da realizzare ex novo del progetto. Tale tratto, esteso circa 800 m, sarà realizzato in adiacenza alle aiuole esistenti (che, ove necessario, saranno opportunamente inverdite con siepi di conifere nane) che delimitano il villaggio turistico Metatur. Laddove non presenti le aiuole, per dare continuità all'intera viabilità, saranno realizzate delle aiuole di larghezza pari a 1,00 m, interrotte per consentire l'accesso ai fondi agricoli adiacenti. Il percorso della ciclovia da realizzare ex novo sarà costituito da un esteso e unico rettilineo e da una curva che consentirà l'innesto della ciclovia su via Dompablo. Il percorso, largo al netto dei cordoli di delimitazione 3,50 m, sarà così realizzato:

- Scavo per una profondità di 50 cm ed una larghezza di 4,00 m;
- Posa in opera di fondazione stradale per uno spessore compattato pari a 40 cm;
- Delimitazione del percorso con cordoli in cls;

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

- Pavimentazione del percorso con misto cementato pigmentato drenante (spessore 10 cm).

Lasciato alle spalle il villaggio Metatur, la ciclovia interessa, per numerosi chilometri, una strada interpoderale esistente, rifinita in conglomerato bituminoso, per una estensione pari a circa 4.400 m, fino a giungere alla strada complanare della S.S.106 Ionica. Tale strada, di fatto, costituisce il secondo argine in destra del fiume Bradano, in caso di esondazione.

Attraverso la posa in opera di segnaletica orizzontale e verticale, questa strada interpoderale potrà essere utilizzata, oltre che dai ciclisti e dai pedoni, anche ed esclusivamente dai frontisti. Per tutta la sua estensione la strada comunale sarà ripavimentata con strato di usura (3 cm) e, laddove il suo stato presenta avvallamenti, ammaloramenti o buche, con strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder). Oltre alla ripavimentazione di tale infrastruttura esistente, il progetto ha previsto la posa in opera di segnaletica orizzontale e verticale e di opere puntuali che daranno un particolare identificativo alla ciclovia (concetto di Wayfinding del PFTE a base della progettazione in oggetto).

Lungo la strada da regimentare in promiscuo si è riscontrata una criticità, non evidenziata nel PFTE, a circa 520 m dal villaggio Metatur. In questo punto la strada esistente sottopassa la ferrovia Taranto-Sibari attraverso un sottopasso ferroviario esistente che, dalla segnaletica esistente (lanterne semaforiche e segnali verticali) e dallo stato di fatto riscontrato durante i sopralluoghi, risulta essere soggetto ad allagamento, indipendentemente da fenomeni di esondazione del fiume Bradano. Si rimanda ai paragrafi successivi per un maggior approfondimento delle cause e della entità di tale criticità.

Nel complesso, i 4,4 km di ciclovia in sede promiscua (ad uso carrabile esclusivo per i soli frontisti) non presentano ulteriori particolari criticità. In questo esteso tratto, la larghezza del percorso ciclopeditone sarà pari alla larghezza della strada comunale esistente (variabile da 3 a 4 m) e il profilo longitudinale della ciclovia sarà coincidente con quello della stessa strada esistente.

Giunta alla complanare della S.S.106 Ionica, la ciclovia percorrerà alcuni tronchi delle complanari ANAS esistenti, impegnando il sottopasso della Strada Statale, fino a raggiungere l'Antiquarium di Metaponto, nei pressi del Tempio di Hera. Per questi tratti, quindi, sarà prevista una circolazione promiscua con i veicoli motorizzati, regimentando i flussi veicolari con una velocità pari a 30 km/h. Nell'area di sosta dell'Antiquarium di Metaponto, sarà realizzata un'area di sosta affinché i pedoni ed i ciclisti possano ristorarsi al termine della Ciclovia della Magna Grecia.

CARATTERISTICHE DEL BACINO DEL BRADANO

L'intervento ricade interamente nel bacino idrografico del Fiume Bradano. Il Bradano è uno dei principali fiumi della Basilicata: il 3° per lunghezza di corso dopo il Basento e l'Agri ma il primo per ampiezza del suo bacino idrografico. Il suo bacino ha una superficie di circa 3000 kmq, precisamente 2765 kmq ed è compreso tra il bacino del fiume Ofanto a nord-ovest, i bacini di corsi d'acqua regionali della Puglia con foce nel Mar Adriatico e nel Mar Jonio a nord-est e ad est, ed il bacino del fiume Basento a sud. Il bacino presenta morfologia montuosa nel settore occidentale e sud-occidentale con quote comprese tra 700 e 1250 m s.l.m.. Le quote più elevate sono raggiunte dai rilievi di Madonna del Carmine (1227 m s.l.m.), Monte S. Angelo (1120 m s.l.m.), Monte Tontolo (1072 m s.l.m.), Serra Carriero (1042 m s.l.m.), Serra Coppoli (1028 m s.l.m.), Monte Cupolicchio (1097 m s.l.m.). La fascia di territorio ad andamento NW-SE compresa tra Forenza e Spinazzola a nord e Matera-Montescaglioso a sud è caratterizzato da morfologia collinare con quote comprese tra 500 e 300 m s.l.m.. Il settore nord-orientale del bacino include parte del margine interno dell'altopiano delle Murge, che in quest'area ha quote variabili tra 600 e 400 m s.l.m.. Il fiume Bradano si origina dalla confluenza di impluvi provenienti dalle propaggini nordorientali di Monte Tontolo e di Madonna del Carmine, e dalle propaggini settentrionali di Monte S. Angelo. Il corso d'acqua ha una lunghezza di 116 km e si sviluppa quasi

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

del tutto in territorio lucano, tranne che per un modesto tratto, in prossimità della foce, che ricade in territorio pugliese. Nel tratto montano, dove il fiume ha andamento torrentizio, riceve il contributo del torrente Bradanello in sinistra idrografica in località Inforatura e, all'altezza dell'invaso di Acerenza, il Torrente Rosso in destra idrografica. Nel tratto a valle della diga di Acerenza il fiume Bradano costeggia per qualche km la tratta ferroviaria Bari-Potenza ricevendo da sinistra, nei pressi della stazione di Genzano, il torrente Fiumarella in sinistra idrografica, poi quello della Fiumara di Tolve in sinistra e quindi del torrente Percopo in destra. Inizia dunque a scorrere in un tratto ingolato ed entrando così in provincia di Matera sino a giungere nei pressi del comune di Irsina dove, a valle della confluenza con il torrente Alvo esce dal tratto ingolato ampliando il proprio letto ghiaioso.

Poco a monte della Diga di San Giuliano il Bradano accoglie gli apporti del torrente Basentello (regolati dall'invaso di Serra del Corvo) in sinistra idrografica e del torrente Bilioso in destra. A valle della Diga di San Giuliano il Bradano riceve il contributo del Torrente Gravina per poi scorrere sinuoso nel territorio del comune di Montescaglioso. In breve, raggiunge la piana di Metaponto, ricevendo da sinistra il suo ultimo affluente, il torrente Fiumicello o Gravina di Matera, in sinistra idrografica, scorrendo sul confine tra Basilicata e Puglia e sfociando poi nel mar Ionio presso Metaponto. Come detto nel tratto compreso tra la confluenza con il torrente Fiumarella e l'invaso di San Giuliano il corso del Bradano in alcuni tratti assume l'aspetto di fiumara, in altri presenta un andamento meandriforme. A valle della diga di San Giuliano il Bradano defluisce in una profonda fossa calcarea, (gravina), per poi riacquistare, all'altezza di Montescaglioso, le caratteristiche di un alveo sovralluvionato. Il bacino si sviluppa prevalentemente in direzione Nord – Ovest /Sud – Est, con lunghezza massima di circa 110 km ed una larghezza media di 40 km. I rilievi montuosi più elevati si trovano nella parte occidentale del bacino e fanno parte della dorsale appenninica lucana; a questi appartiene anche "Il Carmine" di Avigliano che, con i suoi 1228 m.s.l.m., rappresenta la cima più alta di tutto il bacino. L'andamento altimetrico del bacino è caratterizzato da un'altitudine media di 387 m.s.l.m., e circa l'81% dell'intero territorio è situato ad una quota inferiore ai 500 m.s.l.m.

Le analisi condotte sull'acclività dei terreni hanno indicato una larga percentuale di superficie (62%) che non supera il 10% di pendenza, mentre solo il 4% del territorio oltrepassa il 30% di pendenza; tali caratteristiche distinguono il bacino dalle medie delle acclività dei bacini la cui maggiore estensione ricade in Basilicata. Dal punto di vista climatico il bacino presenta un regime pluviometrico di tipo prevalentemente marittimo, con piovosità elevata nel tardo autunno ed in inverno e scarsa in estate. Nella fascia più orientale la piovosità media oscilla intorno ai 550 mm, mentre nella parte centrale tale valore cresce fino a circa 700 mm, per poi aumentare ancora nella zona più occidentale del bacino. Le temperature registrate mostrano che il mese più freddo è gennaio, con una media variabile da 3,6°C ad 8,9°C, mentre quelli caldi sono luglio ed agosto, con valori medi che vanno dai 21°C ai 25,7°C.

ANALISI VINCOLISTICA IDRAULICA

Lo studio di approfondimento condotto è partito dalla ricognizione della cartografia e delle mappe tematiche del territorio di pertinenza. Le immagini seguenti mostrano gli inquadramenti dell'area in oggetto. In particolare, sono riportati i seguenti stralci planimetrici, con l'identificazione del tracciato della ciclovia in progetto (in rosso):

- Foto aerea;
- Carta IGM 1:25.000;
- Carta del "PAI" redatta dall'AdB Basilicata;
- Carta del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – Pericolosità idraulica;
- Carta del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – Rischio idraulico.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)



Figura 1 - Inquadramento area di interesse su ortofoto

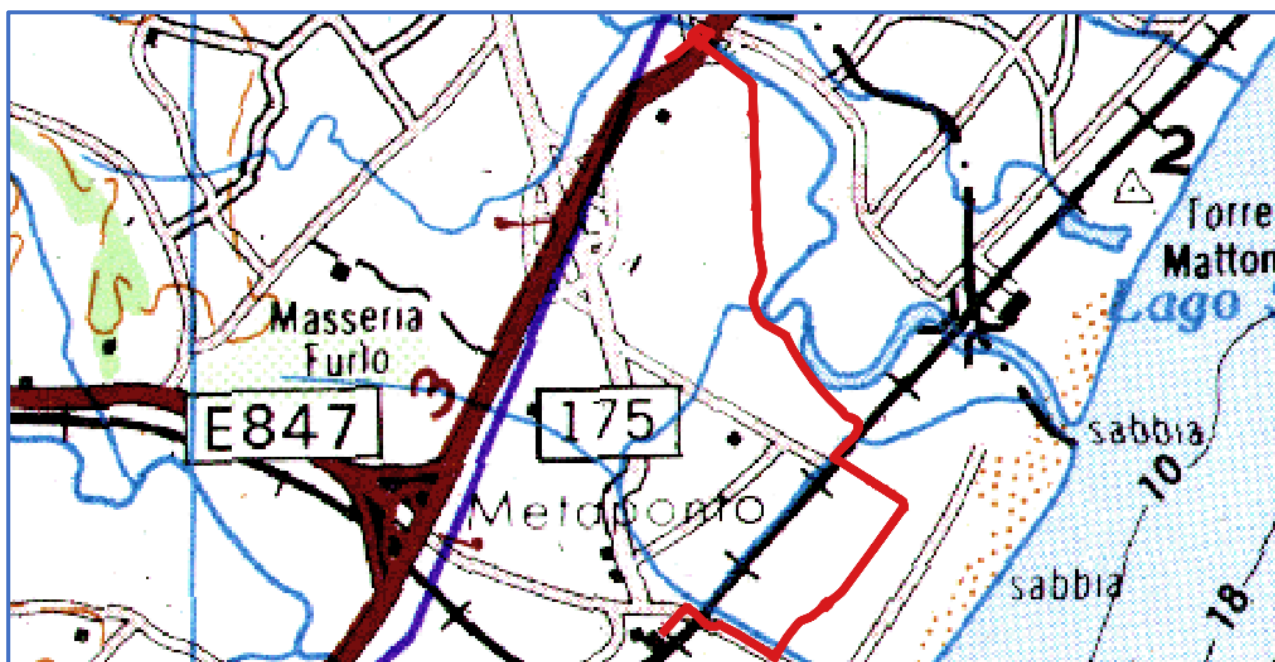


Figura 2 - Planimetria di progetto su base IGM 1:25.000 e reticolo idrografico

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

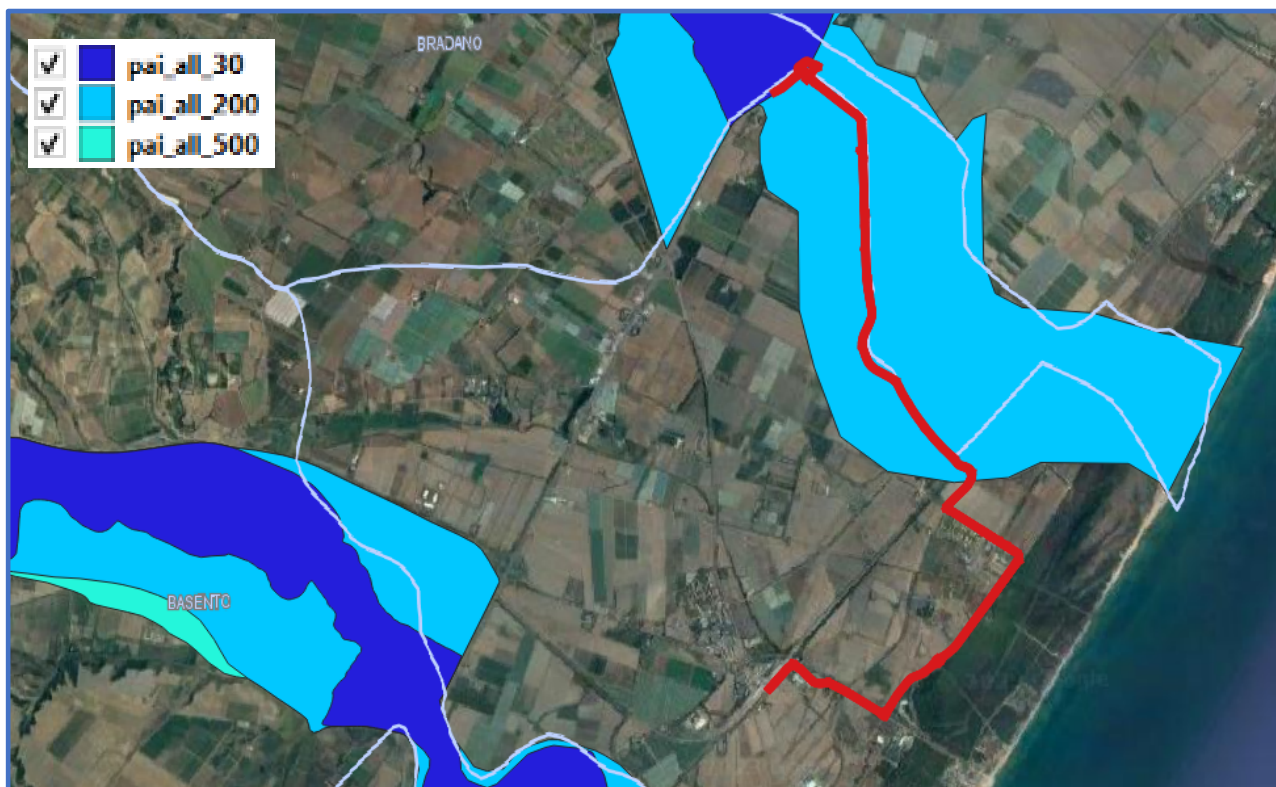


Figura 3 - Inquadramento dell'area di intervento su "Carta del PAI" redatta dall'AdB Basilicata

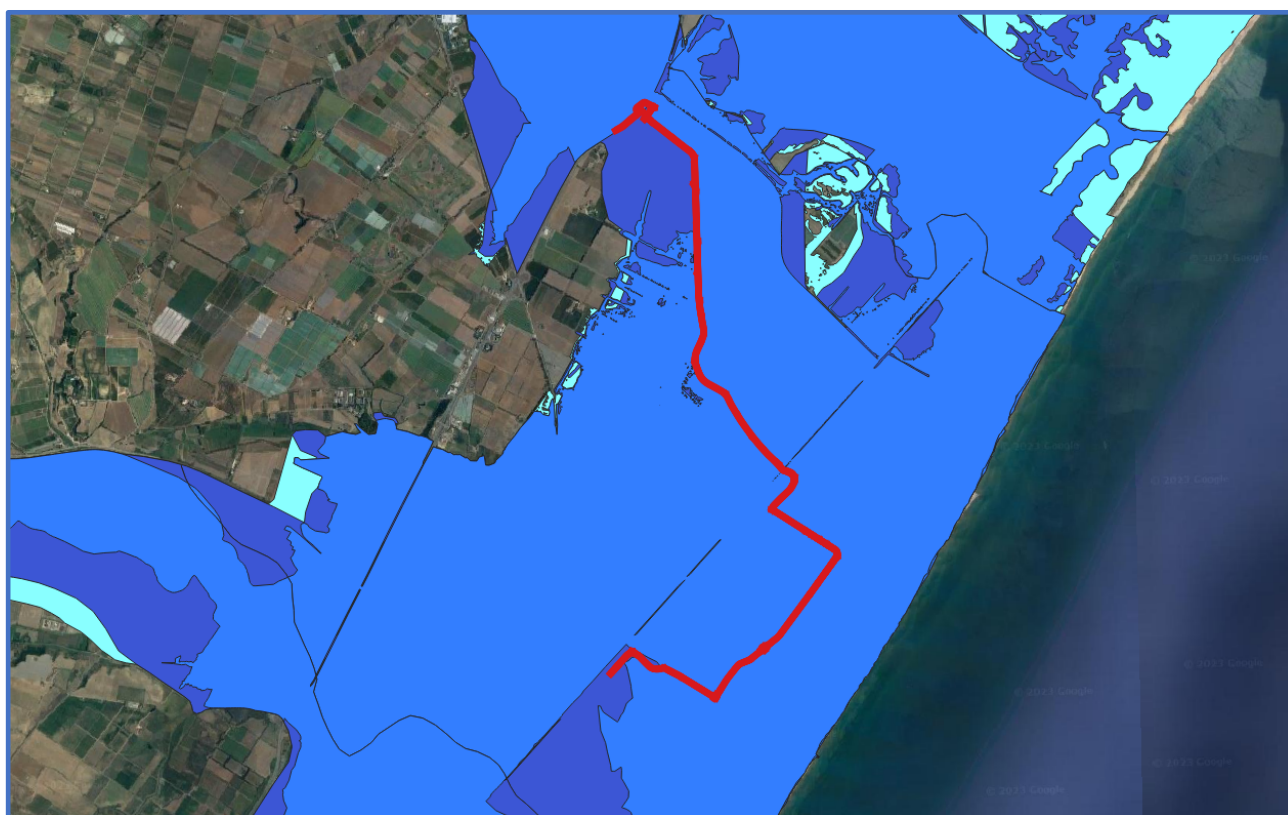


Figura 4 - PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI – Pericolosità idraulica

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

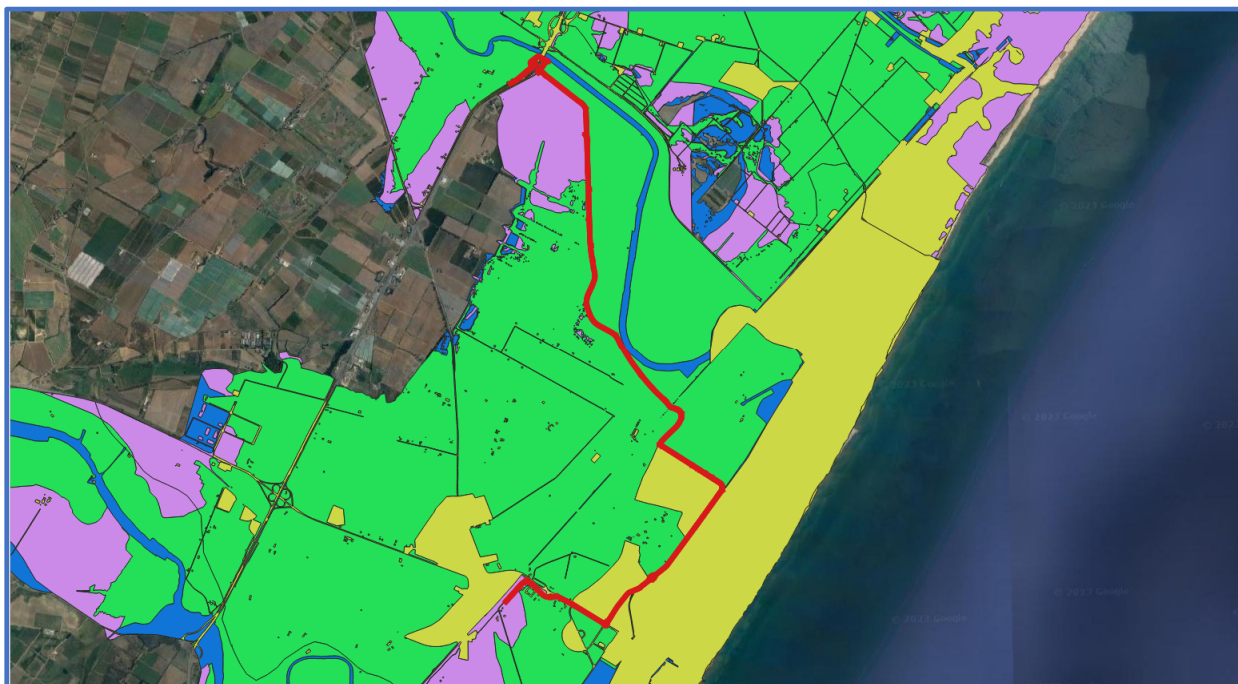


Figura 5 - PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI – Rischio idraulico

Dalla consultazione della cartografia PAI redatta dall'Autorità di Bacino della Basilicata, sulle aree interessate dall'opera, risultano presenti zone di rischio idraulico per tempi di ritorno paria a 30 e 200 anni.

Come si evince dalla cartografia di settore, il tracciato della pista ciclabile presenta delle interferenze con il reticolo idrografico superficiale.

Dalla consultazione della cartografia del PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, sulle aree interessate dall'opera risultano presenti **zone pericolosità P3 e di rischio R3**.

Si riportano di seguito le mappe con indicate le velocità e i tiranti idrici per i diversi classi di pericolosità, in modo da meglio caratterizzare da un punto di vista idraulico le zone oggetto di intervento.

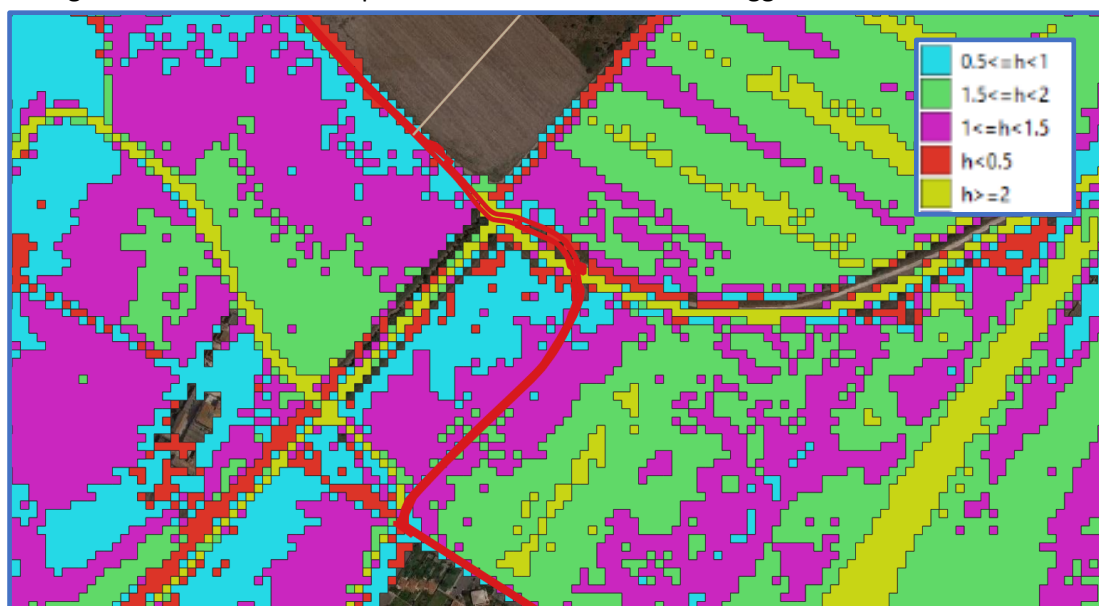


Figura 6 - Altezza del battente idrico per zone a Pericolosità P1

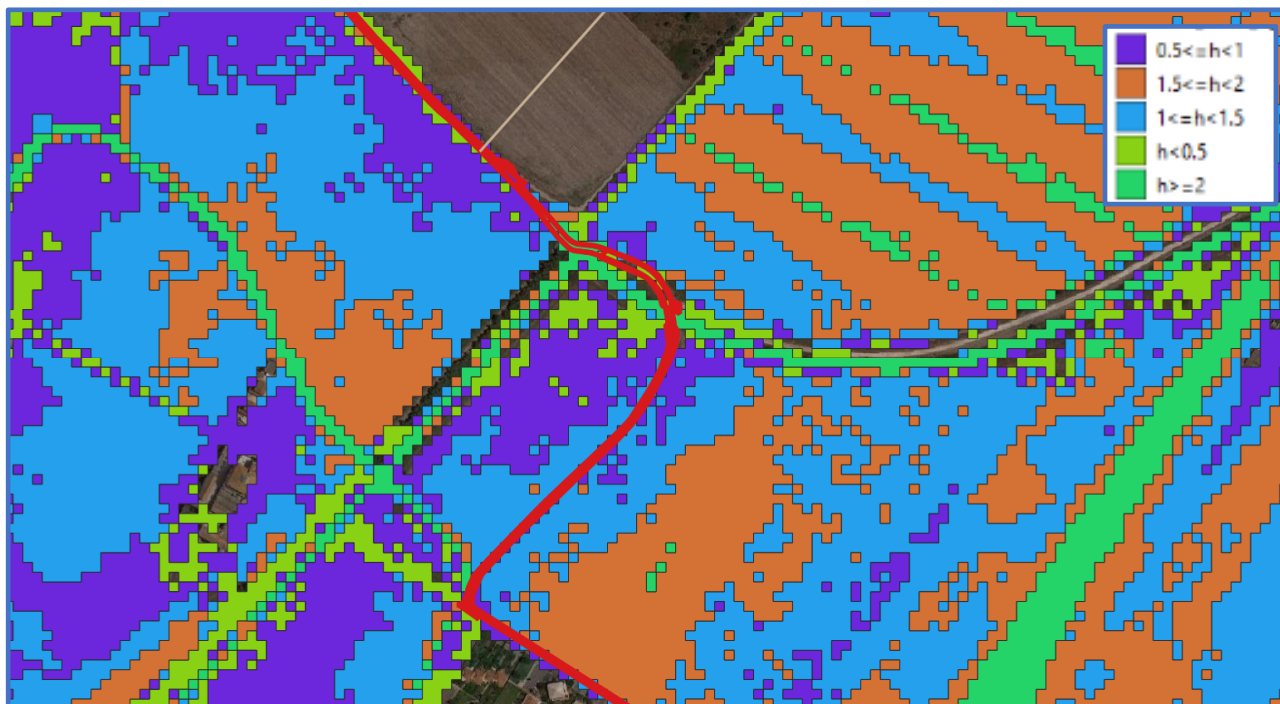


Figura 7 - Altezza del battente idrico per zone a Pericolosità P2

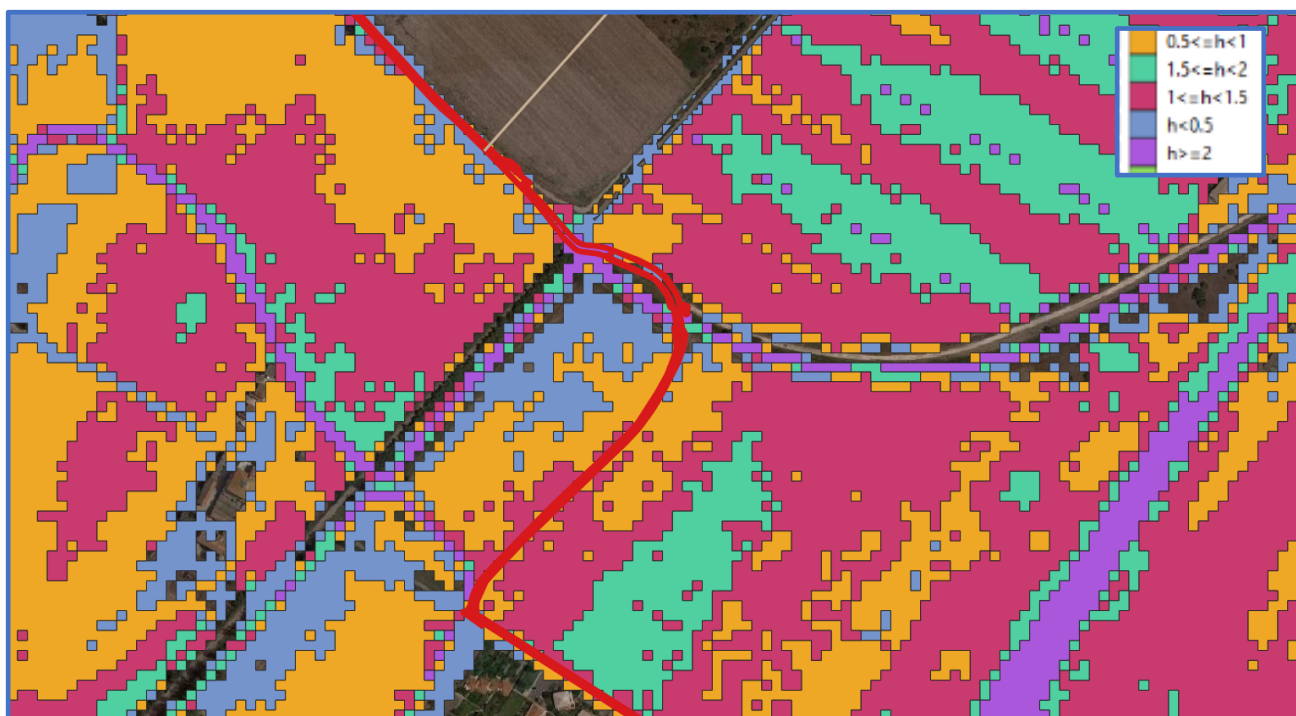


Figura 8 - Altezza del battente idrico per zone a Pericolosità P3

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)



Figura 9 - velocità nelle zone a Pericolosità P3



Figura 10 - velocità nelle zone a Pericolosità P2

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

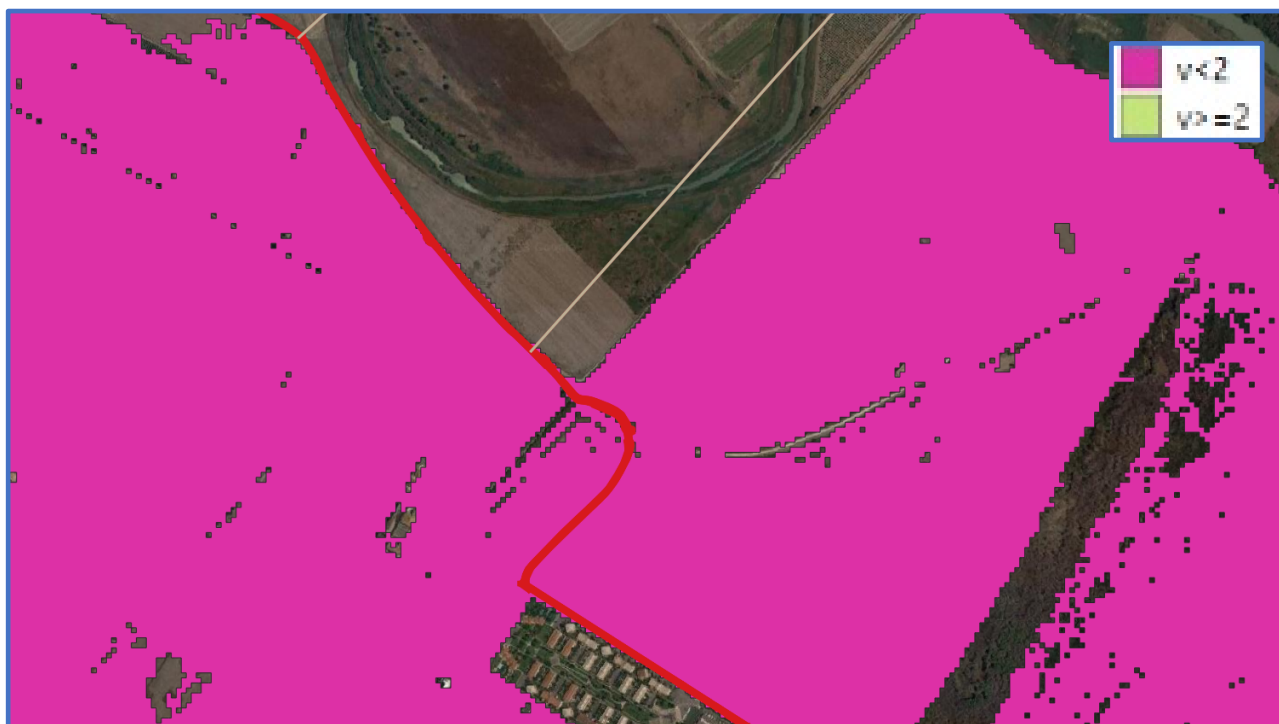


Figura 11 - velocità nelle zone a Pericolosità P1

Come si può notare, quasi tutto il tronco della Ciclovia in progetto ricalca l'argine esterno destro del Fiume Bradano, è soggetto a sormonto per insufficiente altezza degli argini stessi, in particolare nella zona in corrispondenza del sottopasso ferroviario, in quanto rappresenta un punto di discontinuità dell'argine in destra idraulica del Fiume Bradano.

STUDI SPECIALISTICI DI SETTORE

Il Bacino del Bradano ed, in particolare, la zona che compete al tracciato della Ciclovia in progetto, è stato oggetto, durante l'ultimo decennio, di diversi studi e progettazioni in cui si sono proposti interventi risolutivi, atti a mitigare la pericolosità idraulica dell'intera area di pertinenza. Di seguito si riportano i principali studi e progetti che hanno consentito di completare la ricognizione delle problematiche idrauliche afferenti al progetto in oggetto e di individuare le più opportune soluzioni per minimizzare il rischio relativo alla ciclovia. Di seguito sono sintetizzati i principali studi specialistici acquisiti.

A) Progetto Esecutivo "Ordinanza n°5 del 16/02/2012 – Piano degli interventi per il superamento dell'emergenza – 1°Stralcio – Fiume Bradano – Adeguamento arginature in DX Idraulica e ripristino officiosità a valle della tratta ferroviaria Taranto – Reggio Calabria

In seguito ai fenomeni meteorici di particolare intensità che hanno interessato il territorio della Basilicata durante l'inverno 2010-2011, questi hanno contribuito a creare fenomeni di dissesto idrogeologico e ad aggravare situazioni di instabilità idrogeologica preesistenti, si sono avuti esondazione di fiumi e torrenti, allagamenti di centri abitati e innesco di movimenti franosi, conseguenti gravi danni alle infrastrutture, agli edifici pubblici e privati a beni mobili, etc.

Difatti gli eventi dell'inverno 2011 hanno mostrato che un punto di grande criticità rispetto al rischio idraulico è rappresentato dalla zona a cavallo delle foci di Basento e Bradano, le cui acque nel marzo 2011 hanno

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

sommerso anche la principale arteria stradale regionale, la S.S. 407 Basentana, all'altezza dello svincolo che immette sulla S.S. 106 Jonica. La località Borgo Metaponto è stata sommersa dall'acqua, così come la zona lidi, i complessi turistici, fra i quali anche il villaggio turistico e le abitazioni posti a qualche centinaio di metri rispetto all'arginatura esterna del Bradano in dx idraulica; anche la linea ferroviaria Metaponto - Taranto, il cui tracciato attraversa l'area di che trattasi, è stata chiusa al traffico per alcuni giorni. Il fiume Bradano è esondato anche nella zona a monte della S.S. 106, inondando, con disastrose conseguenze, una vastissima area che va dalla zona a monte della S.S. 106 fino al mare, a più di 5,0 km a valle.

La valutazione della portata di piena nel tratto del Fiume Basento, oggetto della verifica in oggetto, è stata effettuata, utilizzando la metodologia proposta dal Gruppo nazionale per la difesa delle catastrofi Idrogeologiche – Metodo Vapi, di cui si riporta la sintesi del “Rapporto Nazionale del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche”, pubblicato sul sito Internet del medesimo gruppo.

“Il **progetto VAPI** sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali.

Scopo di tale Rapporto è quello di fornire uno strumento ed una guida ai ricercatori ed ai tecnici operanti sul territorio, per comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e per effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino naturale con il minimo possibile di incertezza. A tal fine, occorre tener presente che le principali fonti di incertezze derivano essenzialmente da due fattori:

- i) ci sono **eventi estremamente intensi**, con caratteristiche di rarità in ogni sito e di aleatorietà per quel che riguarda il sito stesso ove esse potranno verificarsi nel futuro, sicché il fatto che in un punto eventi straordinari di tale tipo non si siano verificati storicamente, non è garanzia di sicurezza che non se ne verificheranno nel futuro; in realtà occorre stimare qual è il rischio idrologico che si verifichi una piena estrema in ogni punto del territorio;
- ii) i dati idrometrici diretti a disposizione sono pochi e sparsi, con bassa densità sul territorio; essi mostrano una grande variabilità dei **valori delle piene indice** (solitamente il valor medio) osservati da sito a sito. Sicché, in un punto qualsiasi del territorio, la stima dei valori delle piene future si presenta incerta non solo per la valutazione del rischio di un evento estremo, ma anche per la valutazione del valore indice.

La metodologia adottata nel progetto VAPI fa riferimento ad un **approccio di tipo probabilistico** per la valutazione dei massimi annuali delle portate di piena, sicché non esiste un valore massimo assoluto, ma ad ogni valore della portata di piena viene associato una probabilità che si verifichino eventi di piena con valori superiori. Per ridurre le incertezze legate alla presenza di eventi estremi molto rari in ogni singolo punto ed alla variabilità da sito a sito del valore indice della piena, si adotta una metodologia di **analisi regionale** che si avvale anche di modelli concettuali di formazione dei deflussi di piena a partire dalle precipitazioni intense sul bacino. Tale approccio consente di utilizzare non solo tutta l'informazione idrometrica ma anche tutta quella pluviometrica, posseduta su un dato territorio.

In particolare, viene adottato un **modello probabilistico a doppia componente** (TCEV) che interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte: la prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi; la seconda produce gli eventi massimi straordinari, meno frequenti ma spesso catastrofici.

Si è fatto riferimento ad una **procedura di regionalizzazione gerarchica**, in cui i diversi parametri del modello probabilistico vengono valutati a scale regionali differenti, in funzione dell'ordine statistico del parametro stesso. In particolare, per i parametri di ordine più elevato (forma e scala), si analizzano ampie regioni che si suppongono omogenee nei suoi confronti. Le analisi svolte nel presente Rapporto mostrano che, qualunque sia la durata delle precipitazioni, da 5 min a 5 giorni, quasi ovunque tali parametri sono unici e non si può

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

rigettare l'ipotesi che le corrispondenti regioni siano omogenee a tale livello, per cui i parametri di forma e di scala assumano valore unico non solo con le durate ma anche da sito a sito nella regione. Le stesse conclusioni valgono sia per i massimi annuali delle portate al colmo, sia per i massimi annuali delle portate medie per durate comprese fra 0.5 ore e 5 giorni. Tali conclusioni portano a dire che il rapporto fra il valore con generico rischio di una variabile ed il valore indice (o media), detto **coefficiente probabilistico di crescita**, **assume una legge di variazione con il rischio unica per l'intera regione.**

Per la stima della piena media annua sono stati presi in considerazione i principali fattori climatici, geomorfologici, idrogeologici e di uso del suolo del bacino. Sono state effettuate **analisi di correlazione** di tipo empirico e sono stati presi in considerazione modelli concettuali di trasformazione afflusso-deflusso. Tra quelli più usati si citano quello basato sulla classica **formulazione razionale** e quello di tipo **geomorfoclimatico** che identifica la risposta del bacino attraverso due parametri concettuali, il **coefficiente di afflusso** di piena, che separa le precipitazioni totali negli afflussi efficaci alla piena ed il tempo di ritardo del bacino.

In alcuni casi è stata anche proposta una stima regionale dei due parametri: generalmente essi dipendono da tre **complessi omogenei**: le **aree permeabili con copertura boschiva**, praticamente non contribuenti alla piena, le **aree permeabili senza copertura boschiva**, con basso contributo unitario e con deflusso lento, e le **aree impermeabili**, con più elevato contributo unitario e deflusso più rapido.

È importante che sull'affidabilità di tali stime vengano effettuati diversi controlli: ad esempio, su base puramente statistica si possono valutare gli errori standard per ogni metodologia e per ogni parametro. In questo modo è stato mostrato che un modello di regressione semplice della piena media annua con l'area del bacino ridotta delle componenti permeabili con bosco ha elevate prestazioni statistiche, anche se alcuni suoi parametri presentano un errore standard piuttosto elevato. I valori dei parametri dei modelli concettuali sembrano, invece, più affidabili.

In questa sede vengono presentati, in maniera sintetica, i risultati ottenuti in diverse aree del territorio nazionale, per ognuna delle quali viene mostrato come utilizzare l'intera procedura sviluppata. Il risultato complessivo sembra indicare che l'uso del presente Rapporto permette di ottenere stime delle portate di piena di assegnata frequenza sufficientemente attendibili per scopi di progettazione e pianificazione del territorio.

Alcuni punti rimangono ancora aperti nella ricerca scientifica, suscettibili di miglioramento, soprattutto per quel che riguarda la comprensione dei meccanismi che regolano i diversi fenomeni che portano dalla massa d'aria umida all'evento di piena. In particolare, si vogliono indicare tre campi di ricerca che sembrano di una certa importanza per quanto riguarda un ulteriore apporto alla valutazione delle piene:

- a) la presenza di **eventi idrologici estremi straordinari** influenza in maniera determinante le stime dei parametri della distribuzione di probabilità delle piene, in particolare la coda superiore di tale distribuzione, alla quale si fa riferimento nella progettazione di opere di particolare importanza. Tali eventi si presentano con una struttura di correlazione spaziale e campionaria differente da quella degli eventi idrologici estremi ordinari. Il tener conto o meno della presenza di una tale struttura può essere a volte determinante ai fini della regionalizzazione delle piene.
- b) la procedura di regionalizzazione consiste essenzialmente nella identificazione e delimitazione delle diverse **regioni omogenee**, ai diversi livelli di regionalizzazione. Tale procedura, che pure si è visto avere un fondamento climatico, produce un risultato fisicamente inconsistente nelle zone di confine fra una regione e l'altra. In alternativa si potrebbe far riferimento a procedure geostatistiche per la stima del parametro di scala delle precipitazioni, in cui si tiene esplicitamente conto anche della struttura di correlazione spaziale teorica fra i siti di misura. Le procedure di questo tipo fin'ora sviluppate non tengono conto anche della presenza di errori di campionatura correlati fra loro, cosa

che succede nel caso dei massimi annuali delle precipitazioni o delle piene in corrispondenza di eventi estremi: è necessario, perciò, sviluppare nuove tecniche analitiche o ricorrere a procedimenti di simulazione numerica con analisi di cross validation dei risultati;

- c) per quanto riguarda il fattore di riduzione areale, va ricordato che non vi sono analisi empiriche per durate inferiori al giorno nell'area in esame o in altre aree dell'Italia Meridionale, climaticamente simili; inoltre, tutte le analisi empiriche sin'ora condotte sono state svolte nell'ipotesi di campo isotropo, mentre la direzione dei venti umidi e l'esposizione dei versanti potrebbero esercitare un'influenza non trascurabile;
- d) il modello concettuale per la valutazione della piena media annua fa riferimento ad uno **schema a parametri globali**, cioè medi per l'intero bacino, stimati tenendo conto dei tipi idrogeomorfologici presenti, che vengono caratterizzati con i loro valori del coefficiente di afflusso di piena e della celerità dell'onda di piena.

L'informazione idrometrica a disposizione è molto modesta: alcuni dei parametri sono stati stimati con sufficiente attendibilità, ma altri risentono fortemente delle incertezze legate alla scarsa base dati. Ad es., deve essere migliorata la comprensione del modello della variabilità spaziale del modello di infiltrazione e della sua applicazione a tipi idrogeomorfologici differenti: è questo un caso in cui lo schema a parametri globali può essere inadeguato e si richiede la valutazione dei parametri della risposta idrologica per bacini parziali, cioè il ricorso ad un **approccio semidistribuito**.

Lo sviluppo tecnologico mette già oggi a disposizione, e nel futuro ciò avverrà in maniera ancora più semplice e diffusa, strumenti per la gestione informatizzata di elementi tematici cartografici ai quali si possono abbinare modelli idraulici ed idrologici sempre più affinati, di **tipo distribuito**, che consentano di utilizzare al meglio la sempre maggiore mole di informazioni che si rendono disponibili sul territorio, soprattutto in vista della valutazione degli effetti che l'antropizzazione produce sui valori delle massime piene annue.

In conclusione, sembra doveroso ricordare, soprattutto ai fini di chi si propone di utilizzare praticamente i risultati del Rapporto, l'analisi presentata è stata effettuata ad una scala regionale e, per ciò stessa, essa tende a trascurare la presenza di eventuali anomalie locali, che vengono trattate come disturbi spaziali locali. Per la valutazione della portata di piena nel bacino di che trattasi si riporta, in sintesi i risultati del Rapporto Regionale Basilicata, che esamina i bacini del versante ionico della Basilicata, che comprende i bacini del Bradano, del Basento, del Cavone, dell'Agri e del Sinni e misura circa 8500 kmq. Risultano incluse nell'analisi anche zone relative ad alcuni bacini minori, tra cui quello del Noce.

I dati pluviometrici analizzati sono desunti dalle pubblicazioni del Servizio Idrografico Italiano (oggi SIMN) relative ai Compartimenti di Catanzaro, Bari e Napoli. L'archivio dei dati pluviografici, basato sulle citate pubblicazioni, è aggiornato al 1987. Per alcune stazioni è stato tuttavia possibile, grazie alla collaborazione fra il SIMN di Catanzaro ed il C.N.R. - I.R.P.I. di Rende (CS), utilizzare i dati, non ancora pubblicati, aggiornati al 1992.

Per l'analisi della pluviometria, le ipotesi di regionalizzazione sono state poste contestualmente rispetto al primo ed al secondo livello. Le alternative valutate sono state:

- una in cui si considera l'intera Basilicata come unica zona omogenea al primo ed al secondo livello; una seconda che individua una sottozona Nord composta da 70 stazioni e ed una sottozona Sud-Ovest comprendente le rimanenti 8, con zona ancora unica al primo livello.

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 e Sud-Ovest. Quest'ultima risulta anche omogenea rispetto alla sottozona di secondo livello indicata come tirrenica nel rapporto VAPI Calabria.

Per quanto riguarda la determinazione dei parametri della distribuzione di probabilità dei massimi, il valore del coefficiente di crescita K_T : è riportato in funzione del tempo di Ritorno T

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T (SZOA)	0.92	1.25	1.49	1.74	1.83	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	1.42	1.46	1.61	1.78	2.02	2.21

Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge in Basilicata, per alcuni valori del periodo di ritorno T .

È possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left(\frac{\theta^* \text{Ln } \Lambda^*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta^*}{\eta} \text{Ln } T$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV in Basilicata, diventa: (SZO A) $K_T = -0.7628 + 0.6852 \text{Ln } T$

(SZO B) $K_T = -0.4032 + 0.5455 \text{Ln } T$

Per valori del periodo di ritorno superiori a 25 anni, l'errore nell'uso delle su riportato algoritmo è sempre inferiore al 5 % nella SZOB, mentre un risultato analogo è valido per la SZOA solo a partire da $T = 50$ anni.

Per la determinazione delle portate, al 1° livello di regionalizzazione si sono assunti validi, per la Basilicata, i parametri θ^* e Λ^* .

I valori assunti, validi per tutta l'Italia appenninica ed insulare, ad eccezione della Sardegna, sono:

$$\theta^* = 2.654; \Lambda^* = 0.350$$

ai quali corrisponde un coefficiente di asimmetria teorico $Ca = 2.32$.

Al secondo livello si è effettuata, per ogni singolo sito idrometrografico, la stima regionale del parametro θ della TCEV, avendo vincolato la stima a Λ^* e θ^* per i quali si sono assunti i valori nazionali. La procedura di stima utilizzata è quella di massima verosimiglianza (MV).

Pertanto, sulla base dei risultati ottenuti è stato possibile individuare tre sottozone omogenee:

- **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, caratteristica che induce bassi valori di θ , tra le altre cose, anche a causa del fatto che 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.

In definitiva, i valori dei parametri della distribuzione TCEV, per l'intera Basilicata, vengono riportati nella successiva Tabella:

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

Sottozona	Λ^*	θ^*	Λ_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	20.8	4.363

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

Si riportano, inoltre, nella tabella seguente, i valori di K_T ottenuti numericamente dalla elaborazione dell'algoritmo:

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda^* \Lambda_1^{\theta^*} e^{-\eta k / \theta^*})}$$

per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T (SZOA)	0.81	1.44	1.96	2.55	2.76	3.21	3.43	3.12	4.83	5.76	6.47
K_T (SZOB)	0.85	1.34	1.75	2.21	2.38	2.73	2.90	3.45	4.00	4.73	5.29
K_T (SZOC)	0.89	1.26	1.57	1.92	2.05	2.31	2.45	2.86	3.28	3.84	4.26

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

Adoperando l'espressione asintotica semplificata,

$$K_T = \left(\frac{\theta^* \text{Ln } \Lambda^*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta^*}{\eta} \text{Ln } T$$

i fattori di crescita possono essere calcolati con:

$$\text{(SZO A)} K_T = -0.5836 + 1.022 \text{Ln } T$$

$$\text{(SZO B)} K_T = -0.2407 + 0.8004 \text{Ln } T$$

$$\text{(SZO B)} K_T = 0.0575 + 0.6083 \text{Ln } T$$

Per la stima della distribuzione di probabilità delle portate in una generica sezione fluviale, è necessario ricavare il valor medio della distribuzione del massimo annuale della portata al colmo di piena, $m(Q)$, quantità fortemente influenzata dall'area del bacino. La ricerca di una relazione empirica tra $m(Q)$ ed area è sempre il primo passo che si fa nell'ambito del terzo livello di regionalizzazione e di solito risulta ben specificata da una legge del tipo $m(Q) = k A^{\alpha}$.

Si sono pertanto individuate due aree omogenee:

- Area Omogenea 1, include i bacini del Bradano, Basento, Cavone e Agri;
- Area Omogenea 2, include i bacini del Sinni, Lao e Noce.

Le regressioni effettuate tra piena media e area hanno fornito le relazioni:

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

Area Omogenea 1: $m(Q) = 2.13 A^{0.766}$

Area Omogenea 2: $m(Q) = 5.98 A^{0.645}$.

Sulla base di tale studio, il valore della portata al colmo di piena è stato calcolato mediante la relazione

$$E(Q) = K_T * m(Q)$$

Nel caso in esame essendo:

$m(Q) = 2.13 A^{0.766}$ (Area omogenea 1);

$K_T = 2.89$ (Calcolato mediante la formula sopra riportata con sottoz. A e $T_r = 30$ anni);

$A = 2765 \text{ km}^2$ (Area del bacino sottesa dalla sezione a monte del tratto oggetto di studio);

si ottiene che la portata al colmo di piena, nel tratto considerato, fissato un tempo di ritorno $T_r = 30$ anni data da, non considerando gli invasi, è la portata ascrivibile a tutto il bacino a monte dell'area in esame per $T_r = 30$ anni sarà:

$$Q_{30} = 2.89 * 2.13 * 2765^{0.766} = 2664 \text{ mc/sec}$$

È questo il valore che è stato utilizzato nello studio idraulico di modellazione del progetto esecutivo – Piano degli interventi per il superamento dell'emergenza – 1° Stralcio – Fiume Bradano – Adeguamento arginature in DX Idraulica e ripristino officiosità a valle della tratta ferroviaria Taranto – Reggio Calabria.

L'intervento oggetto di questo progetto interessa prevalentemente ***l'arginatura esterna del Bradano a valle del rilevato ferroviario, poiché lo stesso argine durante l'evento 2011 si è dimostrato incapace di contenere le acque che hanno sormontato l'argine, sia perché in alcuni punti di altezza insufficiente a contenere i tiranti idrici che si potrebbero avere per portate con tempi di ritorno relativamente bassi sia perché interrotto in più tratti, ad esempio nei punti in cui sono presenti opere d'arte (quali ponti), attraversamenti, che lo rendono discontinuo.***

Dai risultati sintetizzati si evince che le arginature presenti lungo il tratto vallivo del Fiume Bradano risultano in più tratti insufficienti a contenere la portata di piena trentennale, in particolare:

a) *Tratto fluviale a monte della S.S. 106 jonica. Tralasciando l'allagamento in destra idrografica dovuto alla presenza di un affluente, la sponda sinistra risulta insufficiente a contenere la portata di piena trentennale. Qui l'esondazione si estende per circa 2 km verso nord-est, sormonta il rilevato stradale e raggiunge i terreni posti a valle. Pertanto, l'allagamento delle aree poste tra la S.S. 106 jonica ed il rilevato ferroviario è attribuibile prevalentemente alla migrazione verso valle dei volumi esondati a monte del rilevato stradale.*

b) *Tratto fluviale compreso tra la S.S. 106 jonica e il rilevato ferroviario. **Gli argini in destra idrografica riescono a contenere la piena fino alla sezione ubicata a circa 780 m più a monte del rilevato ferroviario.** Lo stesso evento, in sinistra idrografica, causa il sormonto degli argini nel tratto subito a valle della S.S. 106 jonica e per circa 350 m. I tiranti superiori ad 1 m si concentrano prevalentemente in una stretta fascia di terreno a monte del rilevato ferroviario, mentre il resto dell'area inondabile è caratterizzato da tiranti inferiori al metro. La presenza, in sinistra idrografica, di sottopassi nel rilevato stradale favorisce ed enfatizza l'allagamento delle pianure che lambiscono la sponda sinistra del fiume: in quest'area giunge, come già specificato al punto precedente, anche parte dei volumi esondati a monte della S.S. 106 jonica.*

c) *Tratto fluviale a valle del rilevato ferroviario, di interesse del presente progetto. Qui l'altezza dell'argine risulta insufficiente, già per l'evento di piena con tempo di ritorno di 30 anni sia in destra (che nel caso peggiore risulta circa 1,00 m più basso del tirante idrico- vedi linee magenta nel grafico) che in sinistra idrografica. **Il rilevato ferroviario risulta a rischio di sormonto e i sottopassi presenti lungo il suo tracciato favoriscono il deflusso dei volumi di piena esondati a monte della ferrovia verso valle.***

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

A valle delle criticità prima elencate, si sono proposte, nella redazione dello stesso progetto le seguenti soluzioni:

Scenario A: *ampliamento dell'attraversamento del ponte ferroviario rispetto alla situazione attuale. Nello specifico si è ipotizzata la realizzazione di un ponte su pile con la spalla sinistra arretrata rispetto alla configurazione attuale di circa 1 km fino a raggiungere l'argine esistente più esterno*

Scenario B: *aggiunge all'intervento dello scenario A un innalzamento di 1 m dell'argine posto immediatamente a valle del ponte ferroviario.*

Scenario C: *aggiunge all'intervento dello scenario A un innalzamento di 1 m dell'argine posto immediatamente a monte del ponte ferroviario.*

Scenario D: *combina gli interventi previsti negli scenari B e C.*

Scenario E: *combina all'intervento dello scenario D un innalzamento di 1 m dell'argine posto immediatamente a monte del ponte della S.S. 106 jonica.*

Scenario F: *combina all'intervento dello scenario A un innalzamento di 1 m dell'argine posto immediatamente a monte del ponte della S.S. 106 jonica.*

Scenario G: *considera un innalzamento di 1 m degli argini a monte della S.S. 106 jonica, in sinistra idrografica, e di quelli a monte e a valle del rilevato ferroviario, in destra. In aggiunta, considera quale sezione caratteristica del ponte ferroviario quella caratterizzata da un ampliamento della luce di deflusso di circa 110 m².*

Scenario H: *considera un innalzamento di 1 m degli argini a monte della S.S. 106 jonica, in sinistra idrografica, e di quelli a monte e a valle del rilevato ferroviario, in destra. In aggiunta, considera quale sezione caratteristica del ponte ferroviario quella caratterizzata da un ampliamento della luce di deflusso di circa 330 m².*

Scenario I: *considera un innalzamento di 1 m degli argini a monte della S.S. 106 jonica, in sinistra idrografica, e di quelli a monte e a valle del rilevato ferroviario, in destra. In aggiunta, considera quale sezione caratteristica del ponte ferroviario quella caratterizzata da un ampliamento della luce di deflusso di circa 110 m² e la presenza di una vasca a monte della S.S. 106 jonica capace di laminare circa 4 milioni di m³.*

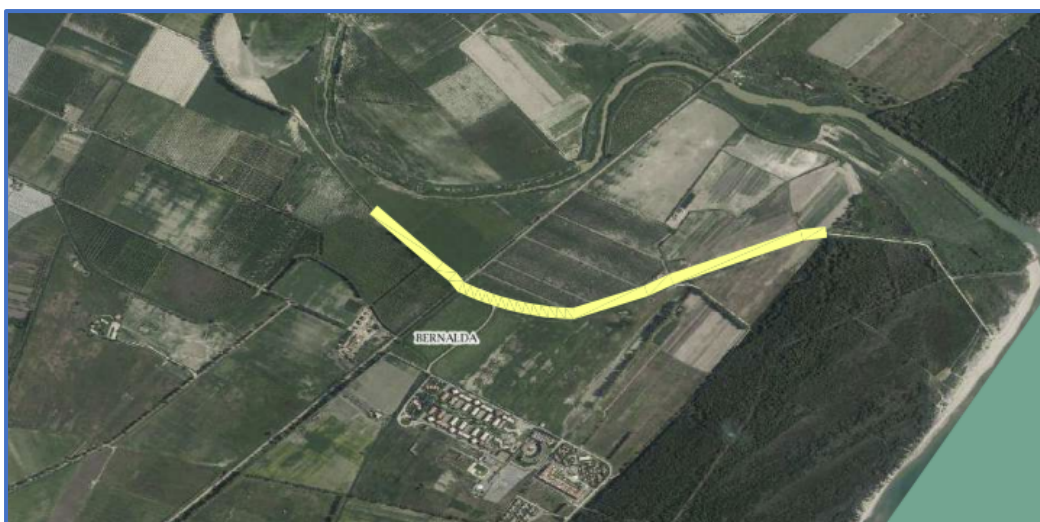


Figura 12 – Arginatura in dx esterna prevista dagli scenari di progetto

Di questi scenari è stata fatta la modellazione numerica e lo studio idraulico ed esaminando le immagini rivenienti dalla modellazione i progettisti incaricati dello studio idraulico hanno desunto che tutti gli interventi ipotizzati mirano a ridurre il pericolo di inondazione delle aree al di fuori degli argini esistenti.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

Da tale studio si è determinato che gli interventi necessari è l'arginatura esterna del fiume Bradano posta in dx idraulica, **per un breve tratto a monte dal rilevato ferroviario e per tutto il tratto a valle dello stesso** (quello riportato in giallo nella figura precedente), in agro di Bernalda. Argine, spesso superato o aggirato dall'acqua del fiume in caso di esondazione, **che necessita di un rialzo di almeno 1,00 m, per almeno 1,00 km a valle del rilevato ferroviario.**

I risultati sopra esposti hanno evidenziato che per poter realizzare un efficace intervento di mitigazione del rischio idraulico nell'area posta in destra idrografica rispetto all'argine esterno del fiume Bradano, a valle del rilevato ferroviario, è necessario:

1. Adeguare l'arginatura mediante ringrosso e rialzo della sua sezione, l'argine esistente nell'area a valle del rilevato ferroviario, per una lunghezza complessiva di 1.215,00 m, sarà sopraelevato di circa 1,50 m, sulla scorta del risultato dell'analisi idraulica svolta;
2. Eliminare la discontinuità dell'arginatura dovuta alla presenza del sottopasso ferroviario mediante realizzazione del rilevato arginale a monte del tracciato ferroviario, per circa 760,00 m, ed a valle dello stesso, per circa 115,00 m. Il rilevato costeggerà la stradina comunale esistente, con una sezione trapezia la cui sommità in corrispondenza del tracciato ferroviario sarà ad una quota di 4,80 m. In sostanza in corrispondenza dell'intersezione Argine-Ferrovia la sommità arginale sarà ad una quota di circa 0,30 m più bassa della sommità del rilevato ferroviario. Mentre, verso valle il nuovo argine andrà a raccordarsi con l'argine esistente, rialzato, in corrispondenza dell'intersezione con la strada. Questa operazione, quindi, comporterà l'intervento anche sul piano stradale, che nella zona di intersezione subirà la sopraelevazione di circa 0,40 m. La creazione di questo tratto d'argine a valle della ferrovia comporta la demolizione, in alcuni punti, e dell'interramento, in altri, del fosso di guardia esistente a protezione dei manufatti presenti; e la conseguente realizzazione di un nuovo fosso di guardia, lungo circa 115,00 m, spostato in destra rispetto al vecchio.
3. Ripulire il fosso di guardia esistente al piede del rilevato oggetto di intervento per tutta la sua lunghezza, 2.500 m, al fine di migliorare il deflusso delle acque.
4. Ripristinare l'efficienza idraulica del tratto del fiume Bradano, per circa 1.300,00 m, a monte del rilevato ferroviario, mediante la creazione di una savanella che regolarizza la sezione di deflusso portandola dalla larghezza attuale di circa 7,00 m a circa 20,00 m. Si tratterà di eseguire scavi nell'alveo principale per circa 76000,00 mc e di riportare il materiale proveniente dagli scavi sugli argini in frodo, compattandolo, tale operazione consentirà agli stessi argini di essere rialzati mediamente di circa 2,50 m.

B) Perizia di variante al "Progetto Esecutivo "Ordinanza n°5 del 16/02/2012 – Piano degli interventi per il superamento dell'emergenza – 1°Stralcio – Fiume Bradano – Adeguamento arginature in DX Idraulica e ripristino officiosità a valle della tratta ferroviaria Taranto – Reggio Calabria"

Durante il corso dei lavori prima menzionati, si sono verificate precipitazioni eccezionali nei territori del Bacino del fiume Bradano che hanno generato inondazioni ed allagamenti sia delle aree golenali del fiume stesso sia dei territori limitrofi e la rottura e sormonto del tratto di argine in destra idraulica del fiume Bradano, tra il tracciato ferroviario e la S.S.106 Ionica con conseguente allagamento delle aree limitrofe. Tale fenomeno ha portato alla redazione della Perizia in Variante i cui contenuti sono sintetizzati nel presente paragrafo.

Tali criticità evidenziate hanno riguardato in particolar modo l'argine destro del fiume Bradano nel tratto a monte della FF. SS. che si estende per circa 2,00 km.

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

Infatti, i punti critici di tale argine che esondando inondando le aree in destra idraulica del fiume Bradano sono:

1. il tratto di argine posto a circa 850 m fino a circa 1400 m a monte della FF.SS.
2. il punto di discontinuità dell'argine posto a ridosso della ferrovia (Sottopasso FF.SS.).

Nella figura seguente sono indicati i tratti critici principali dell'argine in destra idraulica.

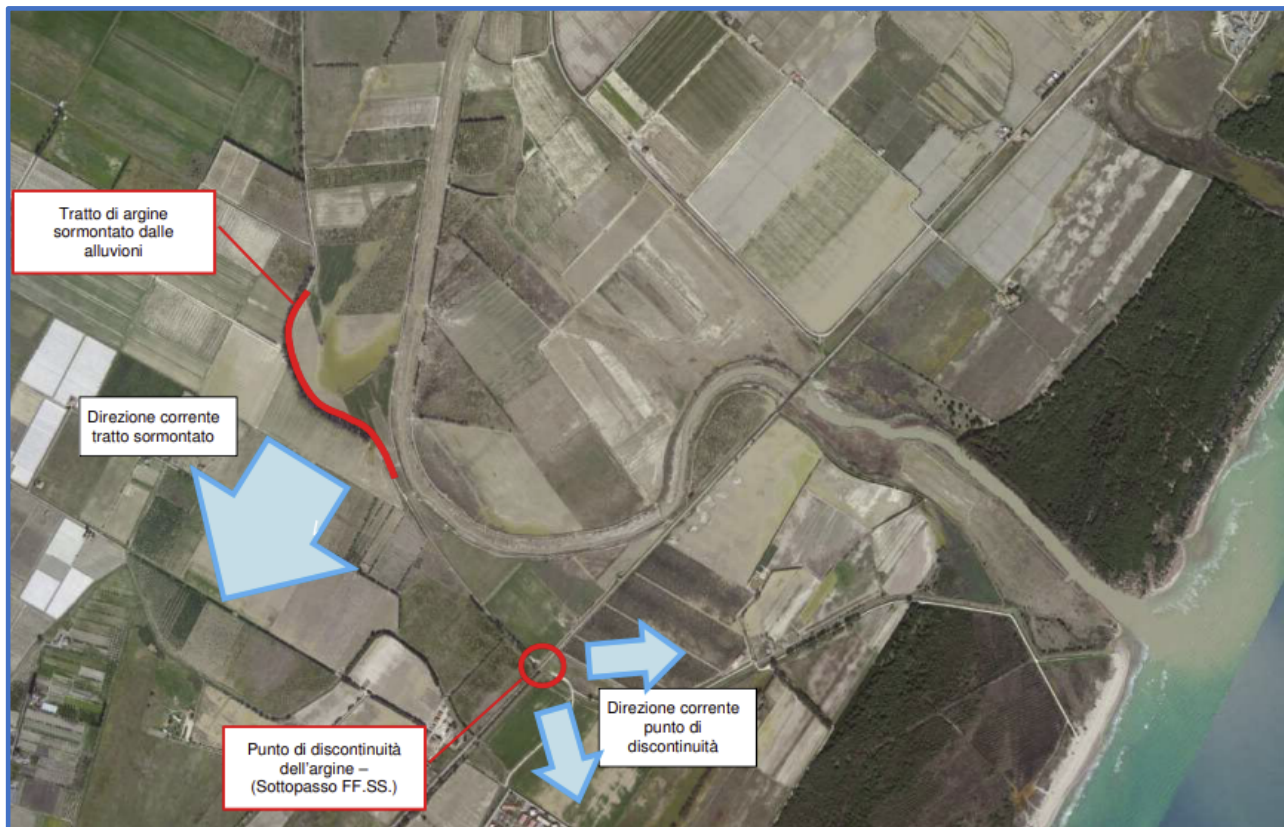


Figura 13 – Principali criticità della zona in oggetto

Già nelle tavole del “PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONE” si rileva che il tratto di argine posto a circa 850 m fino a circa 1600 m a monte della FF.SS. in destra idraulica del fiume Bradano è individuato come punto di crisi idraulica-dissesti arginale, il sistema arginale esistente comprende il tracciato ferroviario per un tratto compreso tra l'argine in destra idraulica ed il ponte esistente. Le aree inondate dalle ultime alluvioni sono già individuate in gran parte “P3 - a Elevata pericolosità idraulica” ed “R4 - a rischio idraulico molto elevato”.

Considerate le criticità idrauliche riscontrate nelle ultime alluvioni riguardanti il tratto di argine posto a circa 850 m fino a circa 1600 m a monte della FF.SS. e il punto di discontinuità dell'argine posto a ridosso della ferrovia (Sottopasso FF.SS.) e le circostanze impreviste ed imprevedibili relative alle calamità dell'ottobre e dicembre 2013 nel progetto di variante si è optato per rivedere la situazione dell'argine in destra idraulica intervenendo nel tratto a monte della FF.SS. che risulta più critico rispetto al tratto a valle.

C) LAVORI DI RIPRISTINO DELL'OFFICIOSITÀ IDRAULICA DEI BACINI DEI PRINCIPALI FIUMI LUCANI. LOTTO n.2: "LAVORI DI RIPRISTINO OFFICIOSITÀ IDRAULICA E ADEGUAMENTO ARGINI BACINO DEL FIUME BRADANO

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

Nel 2022, il Commissario Straordinario Delegato per la realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico per la Regione Basilicata ha dato incarico di svolgere i servizi tecnici relativi alla progettazione preliminare, definitiva, esecutiva e direzione dei lavori, comprensive del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, geologia dei "Lavori di ripristino officiosità idraulica e adeguamento argini bacino del fiume Bradano". Il relativo Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica ha analizzato nel dettaglio con un modello bidimensionale a fondo fisso e definire le criticità idrauliche del fiume Bradano e definire le caratteristiche degli interventi per ridurre il rischio di esondazione, nelle aree prossime al nostro intervento.

Le caratteristiche topografiche delle aree interessate dalla modellazione sono state dedotte sulla base delle seguenti informazioni: - modello digitale del terreno (DTM), a maglia 0.5 m e 1 m, effettuato nell'ambito del presente progetto con volo Lidar, nel corso del mese di luglio del 2022; - modello digitale del terreno (DTM), a maglia 5 m, reso disponibile dalla Regione Basilicata (tale DTM è stato utilizzato solo per definire le quote del terreno al di fuori dell'area rilevato mediante tecnica Lidar nel mese di luglio 2022).

Come parametri di scabrezza sono stati assunti i seguenti valori:

- alveo inciso: $k_s = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$;
- aree golenali o esterne agli argini: $k_s = 22 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

Con il modello idraulico bidimensionale descritto sono state condotte le simulazioni relative allo stato di fatto, per i tre valori del tempo di ritorno considerati:

- T=30 anni, a cui corrispondono eventi di piena frequenti;
- T=200 anni, a cui corrispondono eventi di piena poco frequenti;
- T=500 anni, a cui corrispondono eventi di piena rari.

Si riportano di seguito:

- le planimetrie con l'indicazione delle aree allagabili per $T_r=30$ e $T_r=200$ anni nelle condizioni attuali delle arginature del Fiume Bradano (Figure 14 e 15 - stato di fatto);
- le planimetrie con l'indicazione delle aree allagabili per $T_r=30$ e $T_r=200$ anni a seguito delle opere previste dal Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (Figure 16 e 17 - assetto di progetto);

Le analisi idrauliche hanno messo in evidenza che: lungo l'intero tratto di F. Bradano compreso tra la strada statale Jonica e la linea ferroviaria, sia in destra che in sinistra idraulica, si verificano importanti esondazioni: in destra idraulica gli allagamenti interessano Santa Palagina e Metaponto fino a raggiungere praticamente l'alveo del F. Basento in Comune di Pisticci; in sinistra idraulica l'esondazione si estende fino a Marina di Ginosa, interessando anche Marinella.

Le analisi condotte hanno portato a definire come scenario migliore, quello che prevede la realizzazione dei seguenti interventi:

- ringrosso delle arginature esistenti pari a 1.5 metri. In particolare, gli argini oggetto di rialzo sono essenzialmente tre:
 - uno in sinistra idraulica che parte nei pressi della cava Moviter cave s.r.l. e giunge fino alla statale 106 Jonica, per una lunghezza di circa 5'900 metri, definito "Argine SX monte SS106";
 - un secondo sempre in sinistra idraulica, denominato "Argine SX valle SS106", che rappresenta il proseguo dell'Argine SX monte SS106, posto a valle della SS106 e che giunge fino all'intersezione dell'infrastruttura ferroviaria, caratterizzato da una lunghezza complessiva di circa 3'500 metri;
 - **il terzo argine è posto in destra idraulica e parte a valle della statale 106 e giunge fino all'infrastruttura ferroviaria con una lunghezza complessiva di circa 4'000 metri, denominato "Argine DX valle SS106"**

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

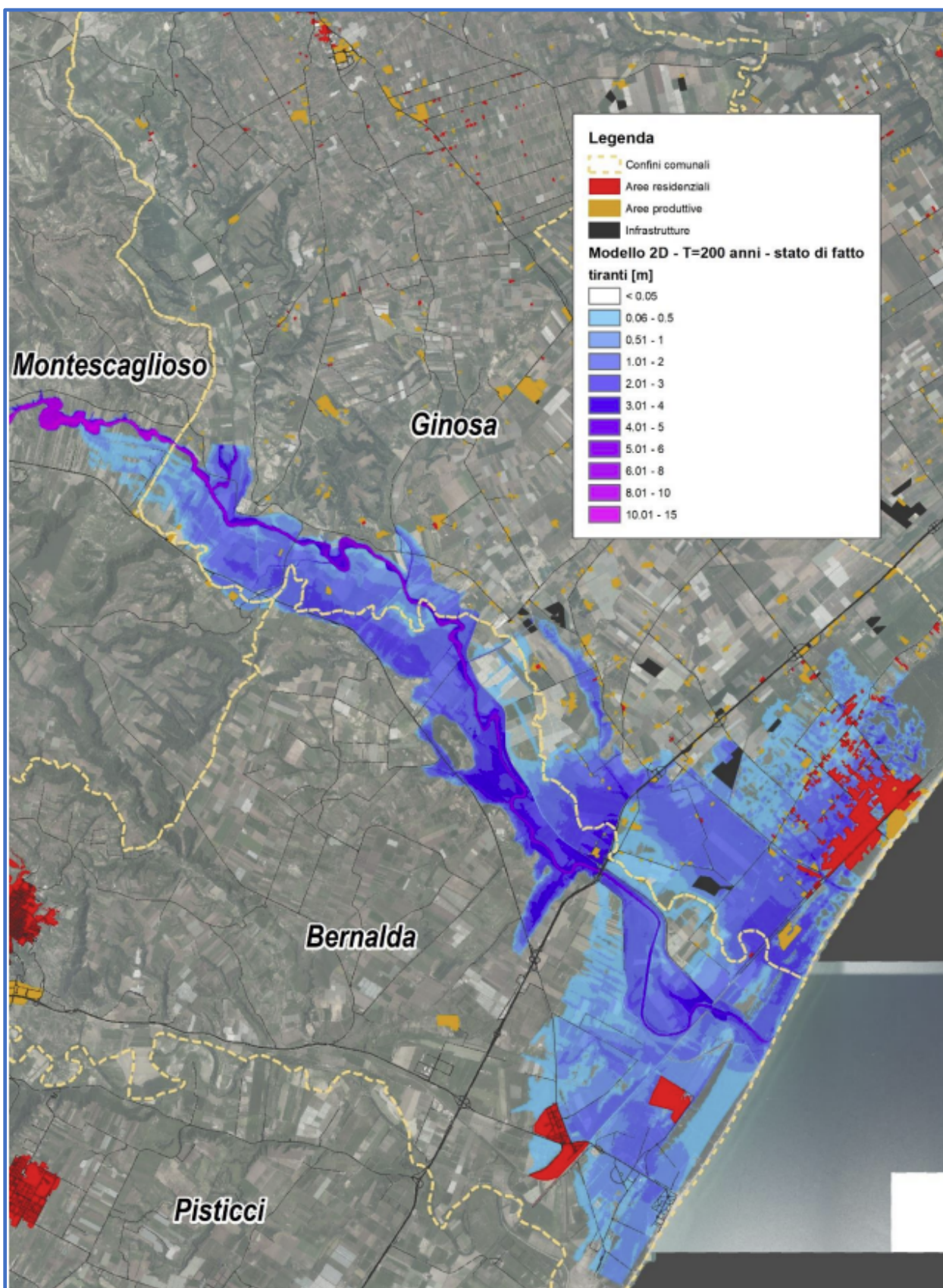


Figura 14 – Planimetria con indicazione delle aree allagabili per T=200 anni – stato di fatto

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
 via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
 (MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

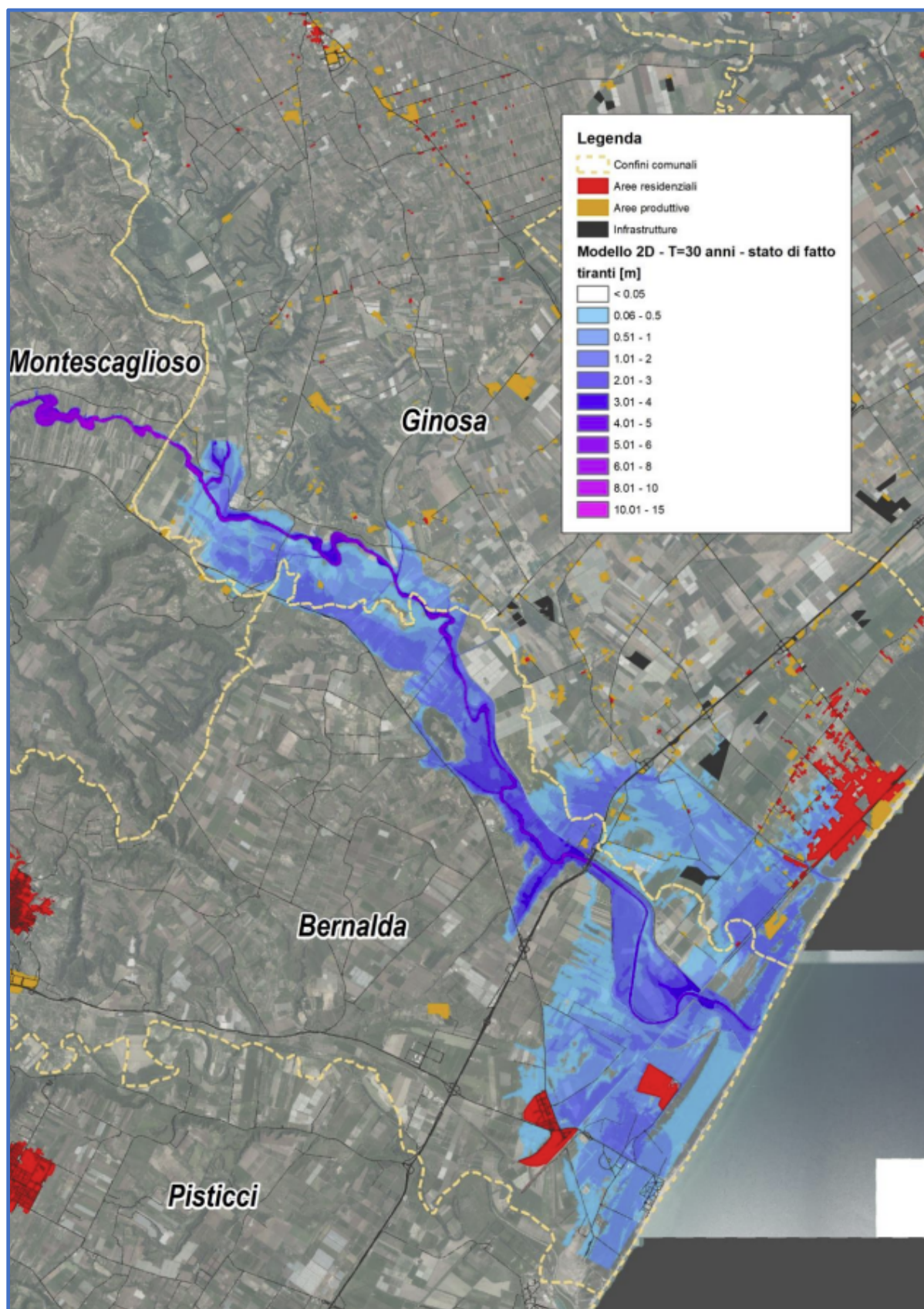


Figura 15 – Planimetria con indicazione delle aree allagabili per T=30 anni – stato di fatto

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

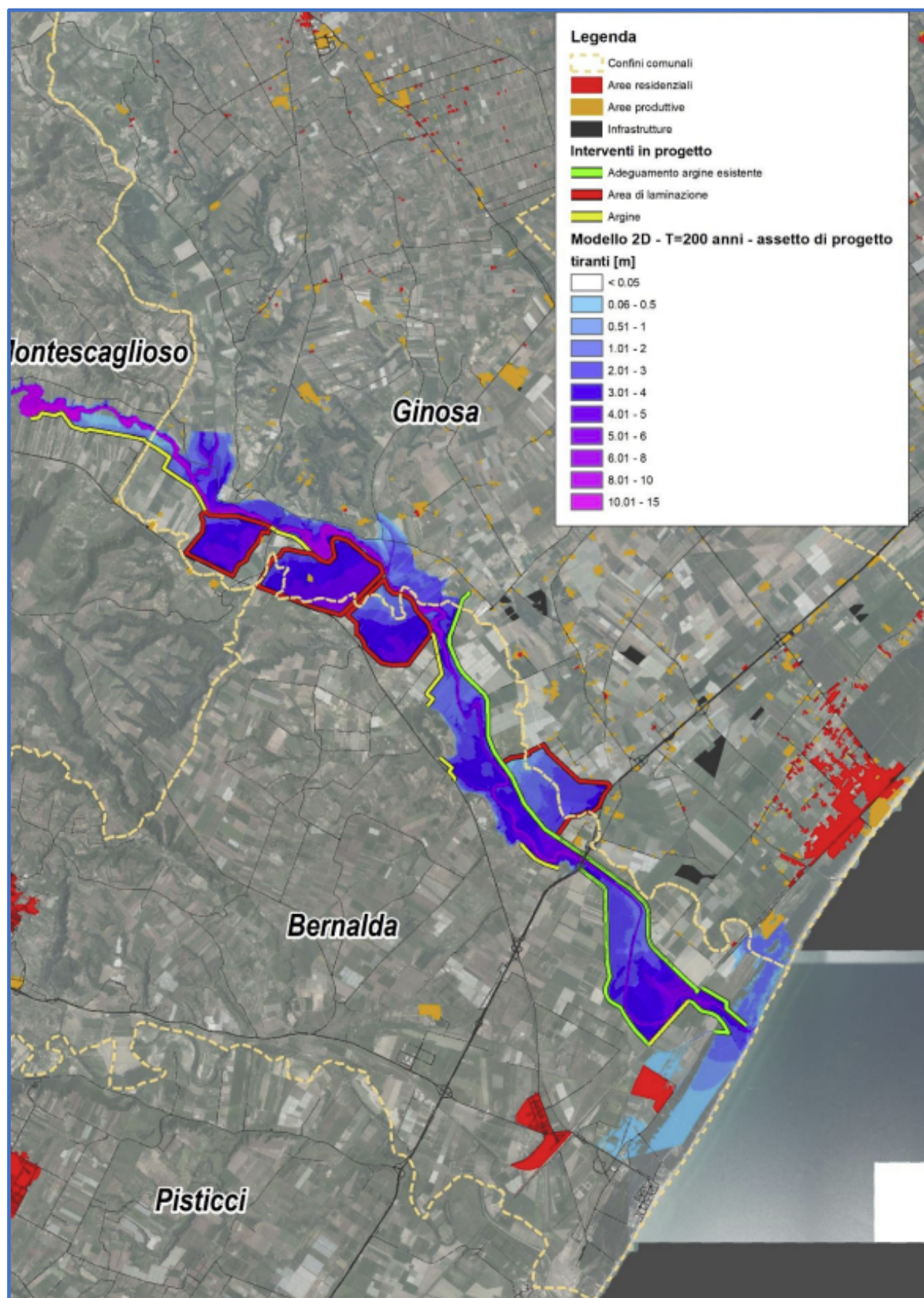


Figura 16 – Planimetria con indicazione delle aree allagabili per T=200 anni – assetto di progetto

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
 via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
 (MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

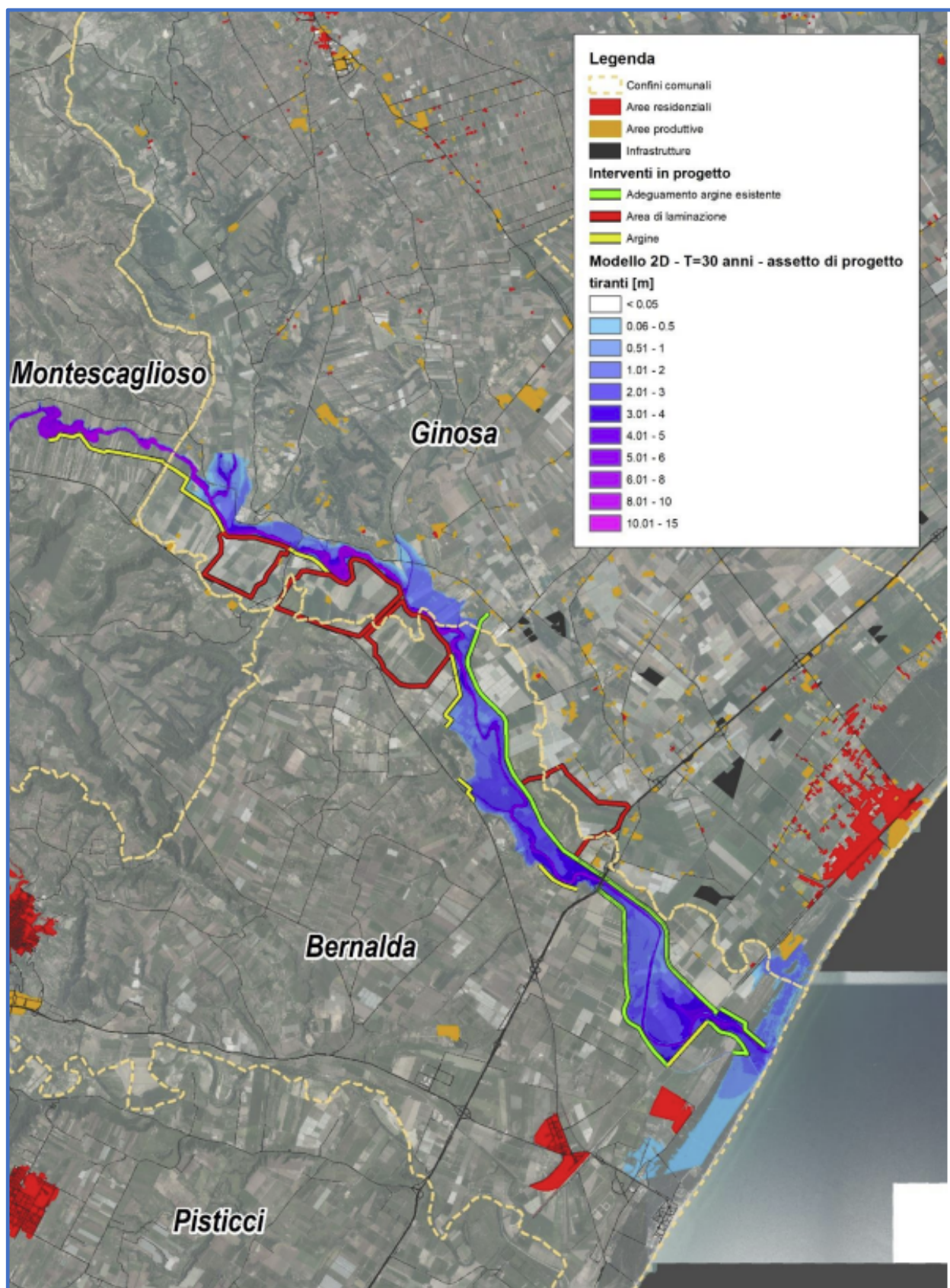


Figura 17 – Planimetria con indicazione delle aree allagabili per T= 30 anni – assetto di progetto

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
 via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
 (MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE – GIOVANE PROFESSIONISTA)

In particolare, le opere del PFTE che interessano le zone di progetto della pista ciclopedonale sono:

- **Intervento N: adeguamento in quota e in sagoma dell'argine esistente posto in destra idraulica rispetto al fiume Bradano, a valle dell'intersezione con la S.S. Jonica, di lunghezza complessiva pari a 3'900 m, con quota di coronamento variabile, superiore di 1 m rispetto al profilo della piena con tempo di ritorno duecentennale. L'altezza media del sovrizzo dell'argine esistente è pari a circa 2.5 m.**
- **Intervento O: realizzazione di un nuovo argine posto in destra idraulica rispetto al fiume Bradano, posto parallelamente alla linea ferroviaria, di lunghezza complessiva pari a 1'100 m, con quota di coronamento pari a 8.5 m s.m., superiore di 1 m rispetto al profilo della piena con tempo di ritorno duecentennale, con altezza massima rispetto all'attuale piano campagna pari a circa 6 m.**
- **Intervento Q: adeguamento in quota e in sagoma dell'argine esistente posto in destra idraulica rispetto al fiume Bradano, a valle dell'intersezione con la linea ferroviaria, di lunghezza complessiva pari a 1'300 m, con quota di coronamento variabile, superiore di 1 m rispetto al profilo della piena con tempo di ritorno duecentennale. L'altezza media del sovrizzo dell'argine esistente è pari a circa 2.0 m. I**

CONCLUSIONI E INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Come ampiamente descritto nella presente relazione idrologico-idraulica, le opere in progetto ricadono in zone di pericolosità idraulica molto elevata (Tr fino a 30 anni) ed elevata (Tr fino a 200 anni) secondo il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico.

Gli stessi interventi di progetto ricadono in zone ad **Elevata probabilità di accadimento di alluvioni** (Livello di Pericolosità P3), e in zone a **Media probabilità di accadimento** (Livello di Pericolosità P2) del **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)**. Come riportato all'**art. 7** delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico, le fasce inondabili per piene con tempi di ritorno fino a 30 e fino a 200 anni, costituiscono l'ambito di riferimento naturale per il deflusso delle piene.

Hanno la funzione del contenimento e della laminazione naturale delle piene e, congiuntamente alle fasce costituite dai terrazzi connessi e dalle conoidi di deiezione e alle fasce ripariali, di salvaguardia della qualità ambientale dei corsi d'acqua. Le fasce inondabili per piene con tempi di ritorno fino a 500 anni costituiscono l'ambito di riferimento naturale per il deflusso delle piene eccezionali per le quali è necessario segnalare le potenziali condizioni di rischio idraulico ai fini della riduzione della vulnerabilità degli insediamenti in rapporto alle funzioni di protezione civile, soprattutto per la fase di gestione dell'emergenza.

Allo stesso articolo, **punto 4.** viene riportato:

Nelle fasce di territorio di pertinenza fluviale sono sottoposte alle seguenti prescrizioni, che costituiscono sia misure di tutela per la difesa dai fenomeni alluvionali immediatamente vincolanti, sia indirizzi che dovranno essere fatti propri dagli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica:

- a) non sono consentiti interventi che comportino una riduzione o una parzializzazione della capacità di invaso;
- b) non è consentita la realizzazione di nuovi manufatti edilizi, muri e recinzioni, il deposito e lo stoccaggio di materiali di qualsiasi genere;



Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

- c) non sono consentiti: - la realizzazione di impianti di smaltimento rifiuti ivi incluse discariche di qualsiasi tipo sia pubbliche che private; - il deposito e/o lo spandimento, anche provvisorio, di rifiuti, reflui e/o materiali di qualsiasi genere;
- d) non è consentito il deposito temporaneo conseguente e connesso ad attività estrattive ed agli impianti di trattamento del materiale estratto in loco;
- e) in presenza di argini non sono consentiti interventi o realizzazione di strutture che tendano ad orientare la corrente verso il rilevato arginale, scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità degli argini. Non sono consentiti interventi che possano compromettere la stabilità e funzionalità delle opere di difesa e sistemazione idraulica;
- f) non è compatibile con la pericolosità delle fasce di pertinenza dei corsi d'acqua ogni tipo di manufatto a carattere permanente o temporaneo che consenta la presenza anche notturna di persone (es. campi nomadi, campeggi e iniziative similari);
- g) nelle fasce fluviali, previo rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte dell'Amministrazione Comunale competente anche in relazione alle attività di previsione e prevenzione di cui alla L. 225/92 e s.m.i., sono consentiti: - interventi relativi a parchi fluviali, ad attività sportive/ricreative compatibili con la pericolosità idraulica della zona che non comportino impermeabilizzazione del suolo, realizzazione di nuovi volumi edilizi e/o di altro tipo, fuori terra e/o interrati, riduzione della funzionalità idraulica (comma 5);
- h) nelle fasce di pericolosità idraulica elevata e moderata, sono consentiti interventi che non comportino la realizzazione di nuovi volumi edilizi o riduzione della funzionalità idraulica, previo rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte dell'Amministrazione Comunale competente anche in relazione alle attività di previsione e prevenzione di cui alla L. 225/92 e s.m.i. (comma 5),
- i) relativamente ai manufatti edilizi esistenti sono consentiti i seguenti interventi a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio comportando significativo ostacolo al deflusso o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse e non precludano la possibilità di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio:
- i 1) gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
 - i 2) gli interventi di manutenzione ordinaria (art.3, comma 1, lett.a), D.P.R. 380/2001);
 - i 3) gli interventi di manutenzione straordinaria (art.3, comma 1, lett.b), D.P.R. 380/2001) (vedi comma 5);
 - i 4) gli interventi di restauro e risanamento conservativo (art.3, comma 1, lett.c), D.P.R. 380/2001) (vedi comma 5);
 - i 5) gli interventi di manutenzione e di consolidamento delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, purché non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio (vedi comma 5);
 - i 6) gli interventi di riparazione, miglioramento e adeguamento sismico, interventi di adeguamento necessari alla messa a norma relativamente a quanto previsto in materia igienico-sanitaria e/o ambientale, di barriere architettoniche, di sicurezza ed igiene sul lavoro, esclusivamente in applicazione di norme di legge, purché non comportino ampliamento di volumetria e superficie nelle fasce di pericolosità molto elevata, fatta eccezione per le opere necessarie all'abbattimento delle barriere architettoniche (vedi comma 5);
- l) relativamente ai manufatti edilizi esistenti, esclusivamente nelle aree di pericolosità idraulica elevata e moderata sono consentiti i seguenti interventi a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio comportando significativo ostacolo al deflusso o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse e non precludano la possibilità di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio:
- l1) gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti unicamente per motivate necessità di adeguamento igienico-sanitario, di adeguamento alle norme in materia di barriere architettoniche, di sicurezza ed igiene

sul lavoro, purché siano compatibili con le condizioni di rischio che gravano sull'area ed allorquando non siano diversamente localizzabili (vedi comma 5);

l2) cambiamenti di destinazione d'uso che non comportino aumento delle condizioni di rischio.

L'attuazione degli interventi di cui al comma 3, lettere a, b e c, dovrà essere supportata da un adeguato studio di compatibilità idraulica da presentare all'Amministrazione Comunale e agli Uffici Regionali competenti ai fini del rilascio di eventuali nulla osta, pareri e autorizzazioni. Gli interventi di cui alle lettere g, h, i3 (qualora riguardino parti strutturali dei manufatti), i 4, i 5 e i 6 di cui al comma 4, dovranno essere supportati da uno studio di compatibilità idraulica da presentare al Comune ed agli Uffici Regionali competenti all'autorizzazione degli stessi. Il progetto degli interventi di cui alle lettere g e h dovrà essere corredato, altresì, da dichiarazioni analoghe a quelle di cui al comma 2 dell'art. 10.

All'Art. 10 delle Norme di attuazione del Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico, viene riportato: E' consentita, previo parere dell'AdB, la realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti gli alvei fluviali e le fasce di pertinenza fluviale di cui agli articoli 6 e 7 riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non concorrano ad incrementare il carico insediativo, non aggravino la funzionalità idraulica dell'area, non determinino impatti significativi sull'evoluzione morfologica del corso d'acqua né sulle caratteristiche di particolare rilevanza ambientale dell'ecosistema fluviale.

Pertanto, poichè:

- a) la realizzazione della pista ciclabile di progetto non è in contrasto con le norme del PAI prima citate;
- b) gli studi e progettazioni idrauliche riportati in questa relazione, hanno evidenziato come l'origine delle esondazioni è da attribuire alla insufficienza idraulica degli argini del Fiume Bradano ed in particolare di quello in destra idraulica;
- c) essendo già stati eseguiti interventi per mitigare tali fenomeni di esondazione e sono in fase di progettazione e, quindi, di futura realizzazione, altri interventi risolutivi;
- d) essendo l'intervento in oggetto, limitatamente al tratto rientrante nelle aree delimitate come pericolosità idraulica, un ripristino delle sedi stradali esistenti (strati superficiali in conglomerato bituminoso) per ripristinare il loro livello di performance originario;

l'intervento oggetto di questa progettazione compatibile idraulicamente con le Norme PAI e PGR della Regione Basilicata.

Interventi di mitigazione

Nell'ottica di mitigare il rischio di esposizione dei ciclisti e, più in generale, di tutti gli utenti stradali che già attualmente percorrono la strada esistente, individuata dal PFTE a base delle presente progettazione come tratto della Ciclovia Magna Grecia, **nel tratto ricadente nelle aree di pericolo idraulico P3, verranno posizionati cartelli di divieto di transito durante le piogge.** Essi varranno, non solo per gli utenti della ciclovia, ma anche per i frontisti (che, a seguito della presente progettazione, saranno gli unici utenti motorizzati abilitati a percorrere i 4,4 km di ciclovia regimentata in promiscuo). In particolare, per eventi piovosi intensi, i sensori previsti in corrispondenza del sottopasso ferroviario attiveranno le lanterne lampeggianti dei segnali di preallertamento siti nei punti di accesso alla strada arginale in questione (si rimanda alle planimetrie di progetto in scala 1:1.000 con indicazione della segnaletica verticale prevista in progetto).

Per quanto riguarda il punto di intersezione tra la ciclovia ed **il sottopasso ferroviario, esso rappresenta un punto di minimo idraulico in relazione all'andamento altimetrico della strada esistente.** In questo caso, si

Progettisti:



di Andersson Anna Maria Margareta & C. s.a.s.
via S. Visconti n. 190 - 70122 - Bari
(MANDATARIA)

Ing. Gianluca CICIRIELLO (MANDANTE)

Geol. Danilo GALLO (MANDANTE)

Ing. Roberta GENTILE (MANDANTE - GIOVANE PROFESSIONISTA)

verificano allagamenti anche per piogge che non determinano esondazione del Fiume Bradano, o come rilevabile dalle fonti bibliografiche consultate, per fenomeni di risalita.

Il sottopasso ferroviario, attualmente percorso da mezzi di trasporto di varia natura (pedoni, ciclisti, autovetture, autocarri con altezza inferiore a 3,40 m) è **già munito di un sistema di sollevamento delle acque meteoriche oltre che di segnaletica di preallertamento**: sono infatti già presenti segnali stradali di preallertamento e lanterne semaforiche lampeggianti che si azionano in caso di pioggia. Lo stato di fatto ha rilevato che sia il sistema di sollevamento che le lanterne semaforiche necessitano di interventi manutentivi.

In questa fase progettuale si è ritenuto comunque utile aumentare i sistemi di segnalazione, di allerta e inibizione al traffico prevedendo un Data loggers 2G/4G Sofrel DL4w, composto da data logger LS, LT e OpenSensor progettati specificamente per le reti di acqua potabile e delle acque reflue, a tenuta stagna, con autonomia fino a 10 anni grazie alla batteria al litio ad alta capacità e dotati di un'antenna 2G/4G ad alte prestazioni. In particolare, i data logger SOFREL sono compatibili con tutta la strumentazione presente nelle reti idriche e fognarie dotati di impermeabilità IP68. Verrà posto in un armadietto in vetroresina dimensioni 400X300X150 e sarà posizionato un finecorsa a galleggiante anti-allagamento. Tale Data loggers invierà segnali di allarme tramite mail e SMS e garantirà la chiusura della coppia di sbarre a monte e a valle del sottopasso al raggiungimento di un battente di acqua preventivamente stabilito.



A seguito delle prescrizioni e delle osservazioni emerse in sede di Conferenza di Servizi e, grazie a sopralluogo congiunto effettuato a fine 2023, si è ritenuto di prevedere anche le seguenti opere:

- 1) la realizzazione di una passerella metallica ciclabile, permeabile all'acqua e posta lateralmente all'attuale sede viaria;
- 2) la sostituzione degli impianti di sollevamento;
- 3) la realizzazione di una canalina di scolo delle acque piovane sormontata da una griglia carrabile, posizionata nella sezione stradale di minimo altimetrico del sottopasso;
- 4) la previsione di sistemi di allertamento lampeggianti nei due punti di accesso della strada arginale;
- 5) la risagomatura della pavimentazione stradale del sottopasso e di ulteriori maggiori aree.

Tali interventi hanno comportato la rivisitazione della soluzione progettuale di prima stesura, attraverso l'eliminazione del tronco ciclabile da realizzare ex-novo, avvalendosi, per il transito dei ciclisti, della strada esistente, realizzata dal Comune di Bernalda, che rasenta il villaggio Turistico "Meta Residence". Tala viabilità, quindi, sarà regimentata a 30 km/h in modo tale da garantire la sicurezza della promiscuità ciclo-veicolare sulla stessa, fino ad innestarsi sul percorso ciclabile esistente, che sarà oggetto di allargamento.

Tale variazione, quindi, si è resa indispensabile per il reperimento delle somme utili alla messa in sicurezza del sottopasso ferroviario. In tal modo, inoltre, sono stati limitati notevolmente gli espropri previsti dal presente Progetto Definitivo.