

COMMITTENTE:



# REGIONE MARCHE

## SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO

TITOLO DEL PROGETTO:

### CICLOVIE DELLE MARCHE INTERCONNESSIONE VALLIVA: CICLOVIA TURISTICA DEL METAURO PROGETTO DEFINITIVO

CIG: 8589604D72 - CUP B61F18000310001

PROGETTAZIONE GENERALE:

Studio Prof. Dott. Ing. Luigi Farina  
Via Padre Massimiliano Kolbe n. 66 - 61122 Pesaro (PU)  
C.F.FRNLGU63A31G479F/P.IVA 01172980417



Ing. Giacomo Bernardi  
Ing. Matteo Oliva  
Ing. Noemi Paperi  
Ing. Stefano Gramolini

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:

COOPROGETTI Soc. Coop.  
Via della Piaggiola n. 152 - 06024 Gubbio (PG)  
C.F./P.IVA 0042485054



GEOLOGIA:

Geol. Fausto Pelicci  
Via della Piaggiola n. 152 - 06024 Gubbio (PG)  
C.F. PLCFST59B04E256L - P.IVA 02963080540

RESPONSABILE GENERALE DI PROGETTO:

**ING. LUIGI FARINA**



COORDINAMENTO E INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE :

**ING. LUIGI FARINA (Ordine Ingegneri Provincia di Pesaro e Urbino n. 783)**

RUP: **ING. LUCA ARABI**  
(Dipartimento Infrastrutture, Territorio e Protezione Civile - Settore Infrastrutture e Viabilità)

N.TAV: <b>ID.03</b>	TITOLO: <b>IDROLOGIA E IDRAULICA RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA D.G.R. 53/2014</b>	SCALA:
		DATA: 08/2022

REV.	DATA:	DESCRIZIONE:	REDATTO:	VERIFICATO:	APPROVATO:
A	Agosto 2022	EMISSIONE	Ing. N. Paperi	Ing. G. Bernardi	Ing. L. Farina





**REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO**  
**CICLOVIE DELLE MARCHE – INTERCONNESSIONE VALLIVA: CICLOVIA TURISTICA DEL METAURO**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

CIG: 8589604D72 - CUP B61F18000310001

---

**SOMMARIO**

1	INTRODUZIONE .....	2
2	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ DELLE OPERE D'ARTE .....	3
3	INVARIANZA IDRAULICA .....	12
4	SOSTENIBILITÀ DELLA PISTA RISPETTO ALLE AREE P.A.I. ....	15
5	SOTTOPASSO SCATOLARE SUL "FOSSO DEGLI USCENTI" .....	17
6	TRATTI DI PISTA RICADENTI IN AREE FLUVIALI .....	18



**REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO**  
**CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO**

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

## **1 INTRODUZIONE**

La presente relazione tratta degli aspetti di compatibilità idraulica relativi alla realizzazione del tralancio della Ciclovia Turistica del Metauro che va dall'intersezione con la Ciclovia Adriatica interregionale in Comune di Fano fino a tutto il territorio comunale di Cartoceto.

Premesso che:

- La Regione Marche, all'interno della pianificazione regionale sulle piste ciclabili, ha individuato con DGR 1657/2016 le direttrici regionali ciclabili meritevoli di essere finanziate e tra queste figurano le "Direttrici fluviali trasversali" in cui è presente la Ciclovia Turistica del Metauro
- Sempre la Regione Marche con DGR 946/2020 ha approvato le "Linee guida per la realizzazione e la segnaletica della Rete ciclabile regionale" che cerca di dare un quadro unitario per rendere identificabili ed uniche le ciclovie marchigiane

L'intervento in oggetto coniuga le indicazioni "politiche" con le esigenze di consentire all'utenza ciclabile di potersi muovere con adeguato livello di sicurezza per tutti i 13 km dell'itinerario di progetto.

L'intervento prevede di realizzare la grande maggioranza dell'infrastruttura su sede riservata e protetta e viene limitato a pochi tratti dell'intero percorso la promiscuità tra cicli ed autoveicoli.

REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

## 2 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ DELLE OPERE D'ARTE

Lungo il tracciato ciclopedonale in progetto sono previste le seguenti opere da realizzarsi per consentire gli attraversamenti idraulici interferenti:

- Ponte ciclopedonale sul “Vallato del Porto” di sviluppo  $L = 75$  m (tre campate da  $30 + 20 + 25$  m)
- Tombino scatolare ciclopedonale sul “Fosso Metauro 5662” di dimensioni interne  $5,0 \times 1,8$  m e sviluppo  $L = 10,25$  m
- Tombino scatolare ciclopedonale sul “Fosso Metauro 5668” di dimensioni interne  $5,0 \times 2,1$  m e sviluppo  $L = 10,25$  m
- Sottopasso scatolare ciclopedonale sul “Fosso degli Uscenti” di dimensioni interne  $3,0 \times 3,0$  m e sviluppo  $L = 45$  m
- Ponte ciclopedonale sul “Fosso della Carrara” di sviluppo  $L = 15$  m
- Ponte ciclopedonale sul “Rio Secco” di sviluppo  $L = 17$  m

REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

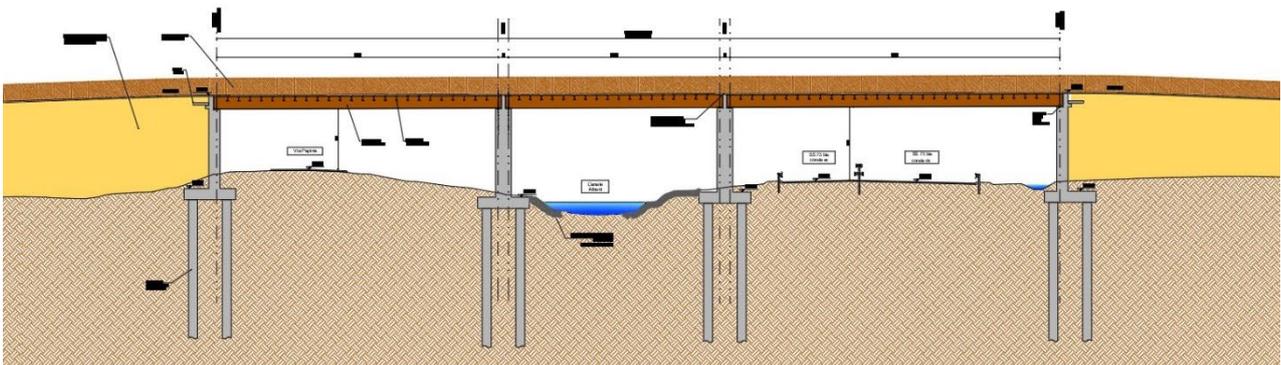
Nel dettaglio trattasi di:

Ponte ciclopedonale in acciaio sul “Vallato del Porto”

Lunghezza impalcato L = 75 m (tre campate da 30 + 20 + 25 m)

Spalle in c.a. con fondazione su n.4 pali trivellati del diametro D = 800 mm e lunghezza 12 m.

Pile in c.a. con fondazione su n.4 pali trivellati del diametro D = 800 mm e lunghezza 12 m.

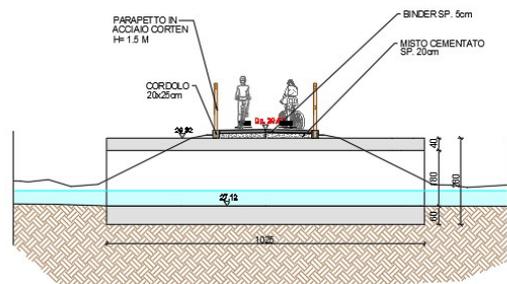
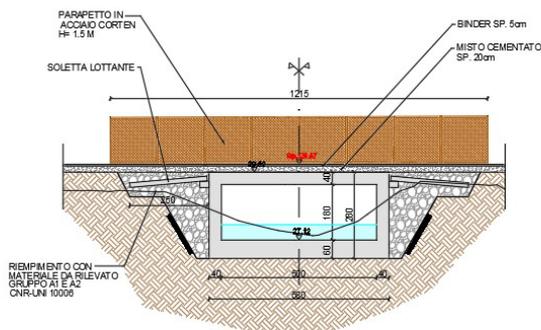


REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

Tombino scatolare ciclopedonale sul "Fosso Metauro 5662"

Opera prefabbricata di dimensioni interne 5,0x1,8 m e sviluppo L = 10,25 m

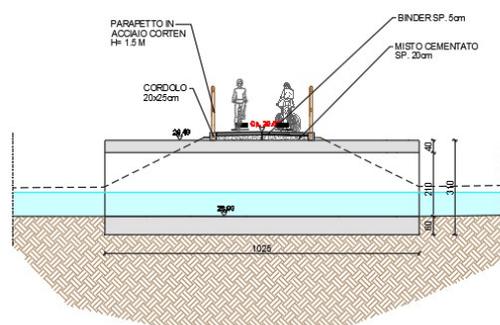
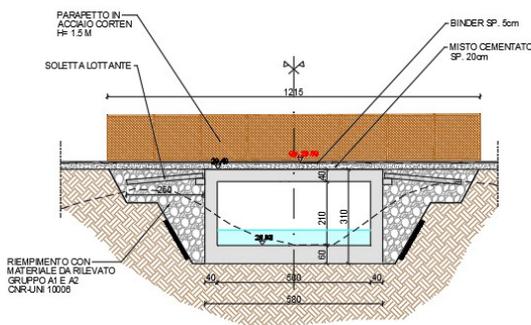


REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
 CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

Tombino scatolare ciclopedonale sul “Fosso Metauro 5668”

Opera prefabbricata di dimensioni interne 5,0x2,1 m e sviluppo L = 10,25 m

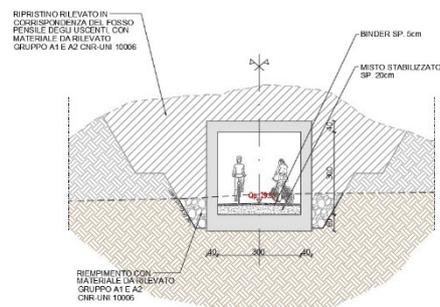
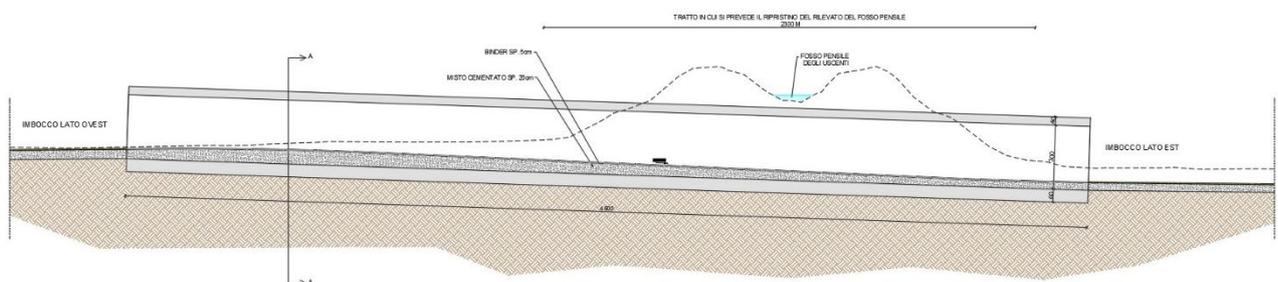


REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

Sottopasso scatolare ciclopedonale sul "Fosso degli Uscenti"

Opera in c.a. di dimensioni interne 3,0x3,0 m e sviluppo L = 45 m



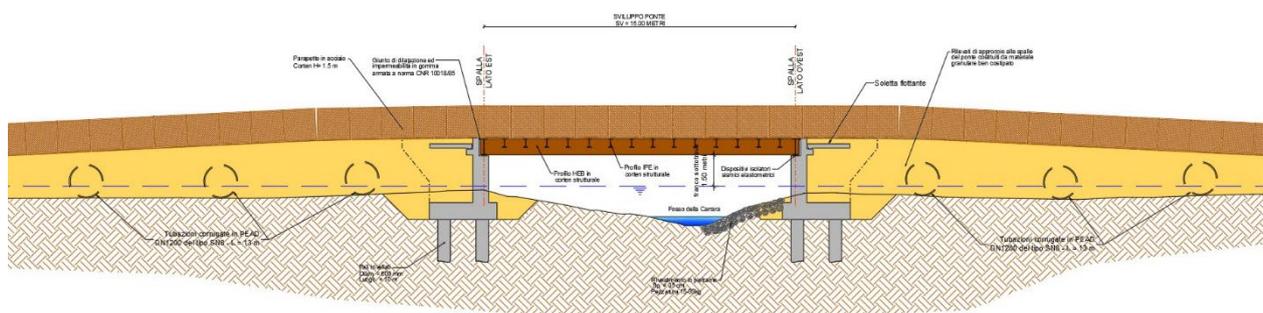
REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

Ponte ciclopedonale in acciaio sul “Fosso della Carrara”

Lunghezza impalcato L = 15 m

Spalle in c.a. con fondazione su n.4 pali trivellati del diametro D = 600 mm e lunghezza 10 m.



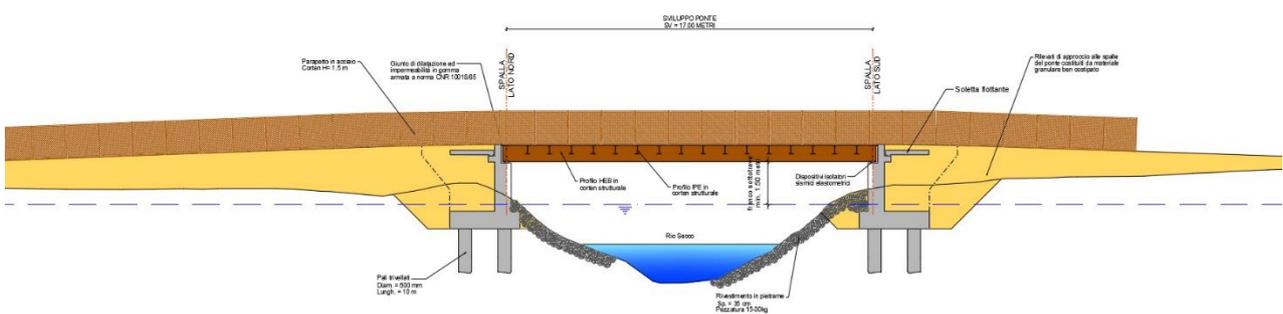
REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

Ponte ciclopedonale in acciaio sul “Rio Secco”

Lunghezza impalcato L = 17 m

Spalle in c.a. con fondazione su n.4 pali trivellati del diametro D = 600 mm e lunghezza 10 m.



**REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO**

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

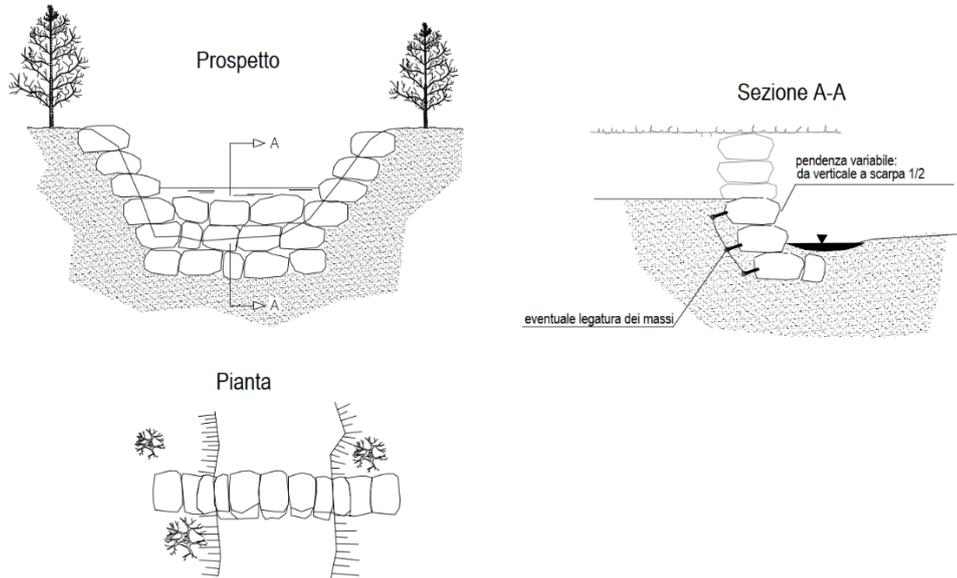
La compatibilità delle opere d'arte di attraversamento fluviale (ponti ciclopedonali in acciaio laminato S355) è garantita dal fatto che risultano sempre garantiti i franchi idraulici di almeno 1,5 m da sotto trave per eventi di piena duecentennale previsti dalla normativa vigente (NTC2018).

Laddove le analisi idrauliche sviluppate in condizioni di moto vario hanno evidenziato un battente idrico di massima piena duecentennale più alto rispetto all'argine fluviale, si è previsto l'inserimento di tubazioni corrugate in PEAD DN1200 mm per consentire il deflusso delle acque in corrispondenza dei rilevati di approccio alle opere, impedendo di fatto l'effetto sbarramento dei rilevati stessi al deflusso naturale delle acque di esondazione. Tale soluzione consente inoltre di minimizzare i fenomeni di spinta idrostatica sui rilevati stessi.

Altro accorgimento progettuale è quello di prevedere l'esecuzione di interventi di difesa spondale mediante rivestimento delle scarpate arginali con scogliere di pietrame a secco. Queste opere sono costituite da file di massi di diametro opportuno, disposti secondo una pendenza variabile (compresa tra la verticale ed il caso 2:1). Al bisogno i massi possono essere legati tra loro infiggendo e ancorando in ciascuno un golfare, nel quale far passare un cavo in acciaio. In pianta l'opera assume un andamento arcuato verso monte, per migliorare le caratteristiche di stabilità strutturale dell'argine e l'opera deve essere sagomata in modo da favorire la concentrazione della corrente in centro alveo. Con particolare riferimento alla mitigazione ambientale è necessario fare attenzione a disporre i massi in modo irregolare e ridurre il più possibile la larghezza sommitale in direzione parallela alla corrente.

REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB



S'intende precisare che ai sensi delle normative nazionali e regionali in materia Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) ed in particolare della Legge Regionale Marche n. 11 del 09/05/2019, stante le risultanze dei calcoli esposti nell'apposita relazione ID01 "Relazione Idraulica", le opere proposte non sono in alcun modo **opere di canalizzazione e di regolazione dei corsi d'acqua** come riportato all'allegato B2 paragrafo 7 lettera f).

REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

### 3 INVARIANZA IDRAULICA

Lo scopo di questo capitolo è di definire le misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica sull'intervento in oggetto.

Con l'entrata in vigore della verifica di compatibilità idraulica di cui all'art.10, comma 4, della L.R. 22/2011 e dei "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si procede a definire le modalità operative e le indicazioni tecniche, richieste dall'art. 10, comma 4 della legge regionale 22/11, per l'individuazione delle compensazioni atte all'ottenimento dell'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.

In sintesi, l'obiettivo dell'invarianza idraulica è quello di farsi carico, attraverso opportune azioni compensative, degli oneri del consumo della risorsa territoriale. Si persegue il mantenimento delle condizioni di sicurezza nel tempo, derivanti dalla capacità del bacino idrografico di regolare i fenomeni di piena.

Come previsto dall'art. 10 comma 4 della L.R. 22/11, e secondo i "criteri, modalità e indicazioni tecnicooperative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), al fine di evitare effetti negativi sul coefficiente di deflusso delle superfici impermeabilizzate, ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative rivolte al principio dell'invarianza idraulica.

Con i dati di progetto si è proceduto ad utilizzare la formula (contenuta in apposito foglio excel) distribuita dalla Regione Marche per le verifiche di invarianza idraulica, ai sensi del Titolo III della D.G.R. 53 del 27/01/2014.

La sovrastruttura ciclopedonale proposta è costituita da:

- Strato di fondazione in misto cementato spessore 20 cm
- Strato di binder in conglomerato bituminoso spessore 5 cm

pertanto questa può definirsi del tutto impermeabile.

Sulla base di ciò sono stati dimensionati i volumi compensativi di invaso per soddisfare l'invarianza idraulica.

REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

Il calcolo delle superfici è il seguente:

ANTE OPERAM	
<b>Superficie totale intervento (A1):</b>	<b>40620 mq</b>
<i>calcolata considerando</i>	
- Tratti su sedime esistente (in promiscuo)	SV= 2100 m
- Larghezza strada	L= 5 m
- Tratti su sede propria	SV= 10040 m
- Larghezza strada	L= 3 m
<b>Superficie impermeabile esistente (A2):</b>	<b>10500 mq</b>
<i>calcolata considerando</i>	
- Tratti su sedime esistente (in promiscuo)	SV= 2100 m
- Larghezza strada	L= 5 m
<b>Superficie permeabile esistente (A2-A1):</b>	<b>30120 mq</b>
POST OPERAM	
<b>Superficie impermeabile di progetto (A1-B1):</b>	<b>40620 mq</b>
<b>Superficie permeabile di progetto (B1):</b>	<b>0 mq</b>
PROGETTO	
Superficie di invaso (Fossi 20x30x60cm):	0,11 mq
Volume da invasare (Da DGR 53/2014):	1000,15 mc
<b>Sviluppo minimo fossi:</b>	<b>9092,273 m</b>

**REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO**

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1) AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014			
<p align="center"><b>Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:</b></p> $w = W^{\phi} (\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - W^{\circ} P$ $\phi^{\circ} = 0,9 Imp^{\circ} + 0,2 Per^{\circ} \quad \phi = 0,9 Imp + 0,2 Per$ <p><math>w^{\circ} = 50</math> mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione  <math>\phi</math> = coefficiente di deflusso post trasformazione <math>\phi^{\circ}</math> = coefficiente di deflusso ante trasformazione  <math>n = 0,48</math> I e P espressi come frazione dell'area trasformata  Imp e Per espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice<sup>o</sup>) o dopo (se non c'è l'apice<sup>o</sup>)  VOLUME RICAIVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento</p>			
<b>Oggetto:</b>			
<i>(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)</i>			
<b>ANTE OPERAM</b>			
Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	40620,00	mq Inserire la superficie totale dell'intervento
Superficie impermeabile esistente	=	10500,00	mq Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp <sup>o</sup>	=	0,26	
Superficie permeabile esistente (mq)	=	30120,00	mq Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per <sup>o</sup>	=	0,74	
Imp <sup>o</sup> + Per <sup>o</sup>	=	1,00	
<b>POST OPERAM</b>			
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	40620,00	mq Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp	=	1,00	
Superficie permeabile di progetto	=	0,00	mq Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per	=	0,00	
Imp + Per	=	1,00	
<b>INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA</b>			
Superficie trasformata/livellata	=	40620,00	mq superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
I	=	1,00	
Superficie agricola inalterata	=	0,00	mq superficie inalterata
P	=	0,00	
I + P	=	1,00	
<b>CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM</b>			
$\phi^{\circ}$	$0,9 \times Imp^{\circ} + 0,2 \times Per^{\circ}$	=	0,9 x 0,26 + 0,2 x 0,74 = 0,38
$\phi$	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0,9 x 1,00 + 0,2 x 0,00 = 0,90
$W$	$w = W^{\phi} (\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - W^{\circ} P$	=	50 x 5,22 - 15 x 1,00 - 50 x 0,00 = 246,22 mc/ha
$W^{\circ}$	50 mc/ha		
$(\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))}$	2,36		
	1,92		
<b>VOLUME MINIMO DI INVASO</b>			
	246,22	:	10 000,00 x 40 620,00 = <b>1 000,15 mc</b>
$Q$	Portata ammissibile sul corpo riceettore 20 l/s/ha	81,24	l/sec

Pertanto al fine di invasare almeno **1.000 mc** si prevede la realizzazione di fossi in terra di forma trapezia con base larga 20 cm ed altezza 30 cm (superficie utile 0,11 mq), distribuiti lungo il tracciato per uno sviluppo complessivo di circa **9.100 m**.

REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

#### 4 SOSTENIBILITÀ DELLA PISTA RISPETTO ALLE AREE P.A.I.

Il tracciato in progetto è il risultato di approfondite valutazioni sulle alternative di tracciato effettuate in sede di progettazione di fattibilità tecnico-economica e soprattutto derivanti dalla raccolta di indicazioni ricevute sia dagli enti locali che dagli enti gestori dei sottoservizi interferenti.

Detto tracciato risulta non interferire mai con aree cartografate dal Piano di Assetto Idrogeologico come aree a rischio frana ed aree a rischio esondazione.

Pertanto è possibile affermare che il tracciato proposto è considerato dal progettista come il più adeguato rispetto alle esigenze del territorio ed anche alla vincolistica pre-esistente.

REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA - PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

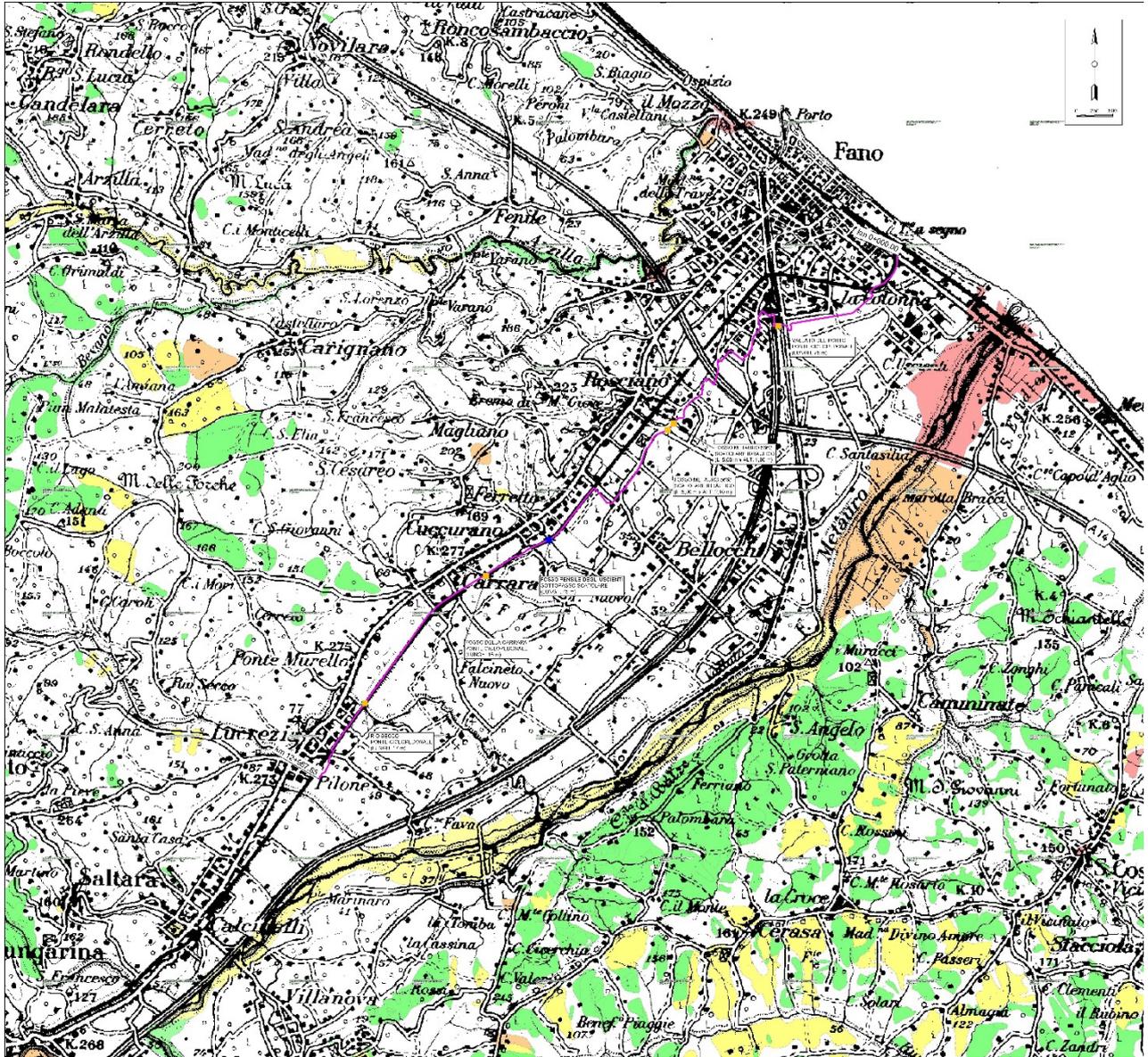


Figura 1: stralcio planimetrico (tracciato in viola) sui cartografia PAI

REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

## 5 SOTTOPASSO SCATOLARE SUL “FOSSO DEGLI USCENTI”

Particolare attenzione è stata rivolta nel risolvere l’interferenza del tracciato ciclopedonale con il fosso degli Uscenti che risulta essere un canale in terra pensile costruito sulla sommità di un corpo in rilevato.

Pertanto il suo attraversamento avviene mediante la realizzazione di un sottopasso scatolare 3,0x3,0 m di sviluppo longitudinale pari a 45 m.

Tale lunghezza dell’opera assieme alla scelta progettuale di proporre una livelletta che escluda minimi idraulici in prossimità del canale, consente di evitare in caso di esondazione del canale stesso che le acque possano invadere la sede ciclopedonale. Con la soluzione progettuale proposta infatti le acque eventualmente esondanti possono defluire sulla calotta del sottopasso e disperdersi nei terreni circostanti.

REGIONE MARCHE - SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
CICLOVIA TURISTICA DEL FOGLIA – PROGETTO DEFINITIVO

CUP: B31F18000590001 - CIG: 8383387DCB

## 6 TRATTI DI PISTA RICADENTI IN AREE FLUVIALI

Lungo il percorso ciclopedonale in progetto sussistono dei tratti ricadenti in aree classificate come fluviali dalla cartografia catastale (cfr. elab. ES01 “Piano particellare di esproprio”), che vengono di seguito descritte nel dettaglio.

PK INIZIO	PK FINE	PROPRIETÀ	PRESENZA NUOVE OPERE	NOTE
4+400	4+405	DEMANIO ACQUE	NO	Dai sopralluoghi effettuati non è stata rilevata la presenza di alcun corso d'acqua, pertanto non si è ritenuto necessario prevedere nessuna opera idraulica
4+440	4+500	DEMANIO ACQUE	NO	
4+540	4+505	DEMANIO ACQUE	NO	
5+420	5+420	DEMANIO ACQUE	Scotolare idraulico “Fosso Metauro 5662”	Nuovo tombino 5,0x1,8 m
5+545	5+545	DEMANIO ACQUE	Scotolare idraulico “Fosso Metauro 5668”	Nuovo tombino 5,0x2,1 m
8+190	8+190	DEMANIO ACQUE	Sottopasso scatolare sul “Fosso degli Uscenti”	Nuovo sottopasso scatolare 3,0x3,0 m
9+220	9+220	DEMANIO ACQUE	Ponte “Fosso della Carrara”	Impalcato nuovo ponte
11+715	11+715	DEMANIO ACQUE	Ponte “Rio Secco”	Impalcato nuovo ponte

Sulla base di quanto appena descritto si afferma che le interferenze con aree a disponibilità fluviale avvengono solo in corrispondenza delle nuove opere di attraversamento idraulico.