

COMUNE DI ZOLA PREDOSA
PROVINCIA DI BOLOGNA

INTERVENTO DI TRASFORMAZIONE URBANISTICA
DELL'EX COMPARTO "C11 - RIVABELLA" PER LA REALIZZAZIONE
DI UN NUOVO INSEDIAMENTO DI TIPO RESIDENZIALE
ACCORDO OPERATIVO - art. 38 L.R. 24/2017

LUCA ZANAROLI architetto
STUDIO DI ARCHITETTURA E URBANISTICA
Via Barberia, 22 - 40123 BOLOGNA
phone 051/18899952 email: studio@lucazanaroli.com

Geom. DANIELE FABBRI
STUDIO TECNICO
Via Rigosa, 9 - 40069 Zola Predosa
phone 051/6167092 email: fabbri@geobo.it

Ing. GERMANO VISENTIN
STUDIO TECNICO
Via B. Provaglia, 7 - 40138 Bologna (BO)
phone 333/2466735 email: visentingermano@gmail.com

ENERGY LAB SRL
STUDIO TECNICO IMPIANTISTICO
Via Roma, 57/B - 40069 Zola Predosa (BO)
phone 051/841771 email: l.nanni@nrg-lab.com

GALILEO
STUDIO DI INGEGNERIA
Via Cartiera, 120 - 40037 Sasso Marconi (BO)
phone 051/6781325 email: f.faraone@galileo-ingegneria.it

GEOPROBE
STUDIO TECNICO
Via Cimarosa Domenico - 40033 Casalecchio di Reno (BO)
phone 051/6133512 email: g.grimandi@geo-probe.com

PROGETTISTI:

dott. arch. Luca Zanaroli	progetto architettonico
geom. Daniele Fabbri	collaboratore al progetto
dott. ing. Germano Visentin	progetto impianti meccanici
Energy Lab: dott. ing. Luca Nanni	progetto impianti elettrici

CONSULENTI:

Galileo: dott. ing. Francesco Faraone	verifica acustica e sostenibilità ambientale
Geoprobe: dott. Graziano Grimandi	verifica rischio idro-geologico
BlueWorks: Ing. Andrea Bolognesi	risagomatura Rio del Diavolo

Firme progettisti

LA PROPRIETA'

SPAZIO PER L'UFFICIO TECNICO COMUNALE

OGGETTO:

Accordo Operativo (art. 38 L.R. 24/2017)
Relazione Idraulica Rio del Diavolo

SCALA:

--

FASE

COD. DOC.

NUM.PROG.

A.O. - IDR - REL

file:

ao-gen-aco-rev-01.pdf

DATA	REV.	EMISSIONE PER	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
			Collaboratore	Progettista	Comune
31/10/21	00	ACCORDO OPERATIVO	ING. MONGARDI	ING. BOLOGNESI	

COMUNE DI ZOLA PREDOSA

**INTERVENTO DI TRASFORMAZIONE URBANISTICA
DELL'EX COMPARTO "C11 - RIVABELLA"
PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO INSEDIAMENTO
DI TIPO RESIDENZIALE**

**Progetto di ripristino a cielo aperto del Rio del Diavolo nel
tratto attualmente tombato a monte della SP26.**



Ing. Andrea Bolognesi



Bologna, ottobre 2021

INDICE

1	INQUADRAMENTO	1
2	FINALITÀ DELLA PROGETTAZIONE	3
3	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA E DELLA SEZIONE DI PROGETTO.....	4
4	CONCLUSIONI	13

1 Inquadramento

Il Rio del Diavolo è un corso d'acqua classificato come “minore” secondo il PTCP (Figura 1) e come minuto secondo le definizioni contenute nel PSAI.

Il suo tracciato è riportato sia nella cartografia associata al suddetto PTCP, sia nella cartografia tecnica regionale DBTR (Figura 2).

Entrambe le cartografie riportate non rappresentano tuttavia lo stato di fatto dei luoghi, in quanto il Rio, per un tratto lungo circa 150 m a monte della provinciale SP26, scorre tombato all'interno di una condotta DN600 in calcestruzzo.

In merito al tracciato attuale del tratto tombato si producono le seguenti considerazioni: se nelle basi cartografiche citate il Rio parrebbe scorrere sotto ad un edificio residenziale, più probabilmente esso scorre fra i due corpi di fabbrica esistenti (edificio residenziale ed edificio ad uso forno). Ciò che pare certo è che il Rio (nella forma del suddetto condotto DN600) giunga ad un pozzetto di raccolta con botola in cemento, posto sul lato Sud della SP26 a bordo strada. Da qui, sottopassata la SP26, riappare a cielo aperto a Nord della stessa dirigendosi verso il torrente Lavino.

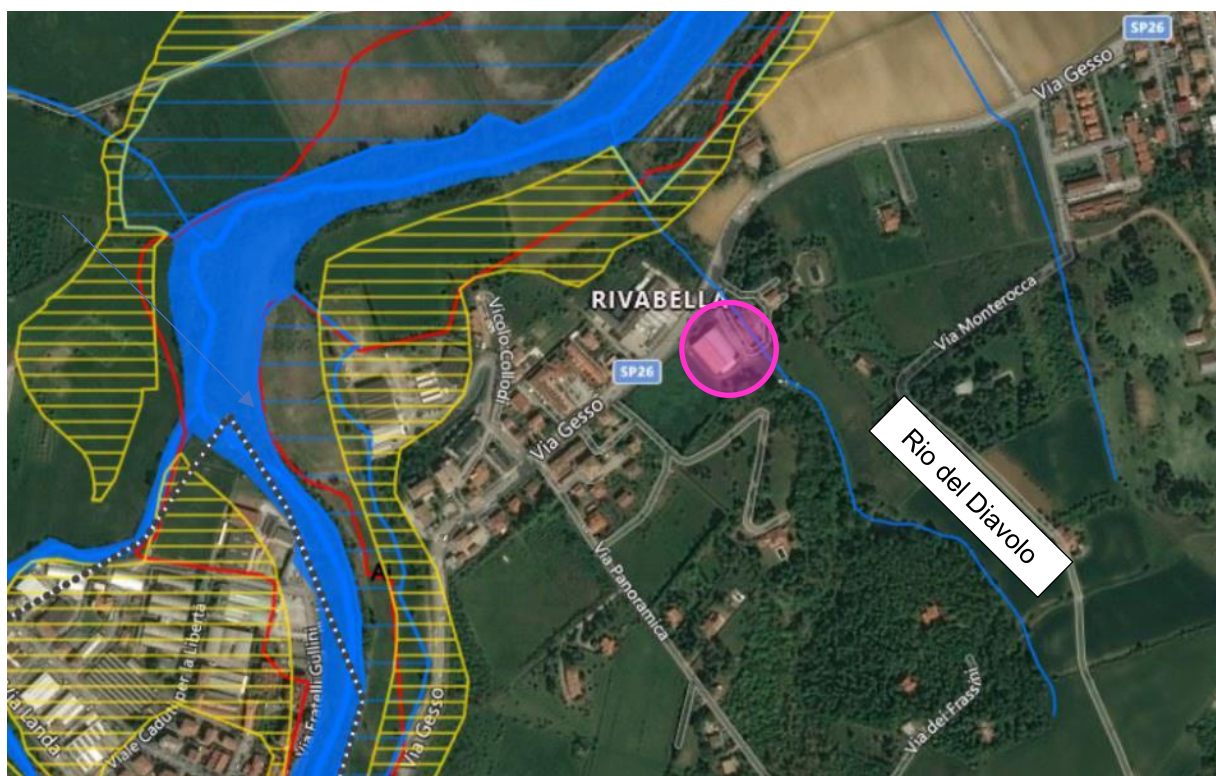


Figura 1 – Area oggetto di studio (cerchio fucsia) su base cartografica PCTP – Tavola 1

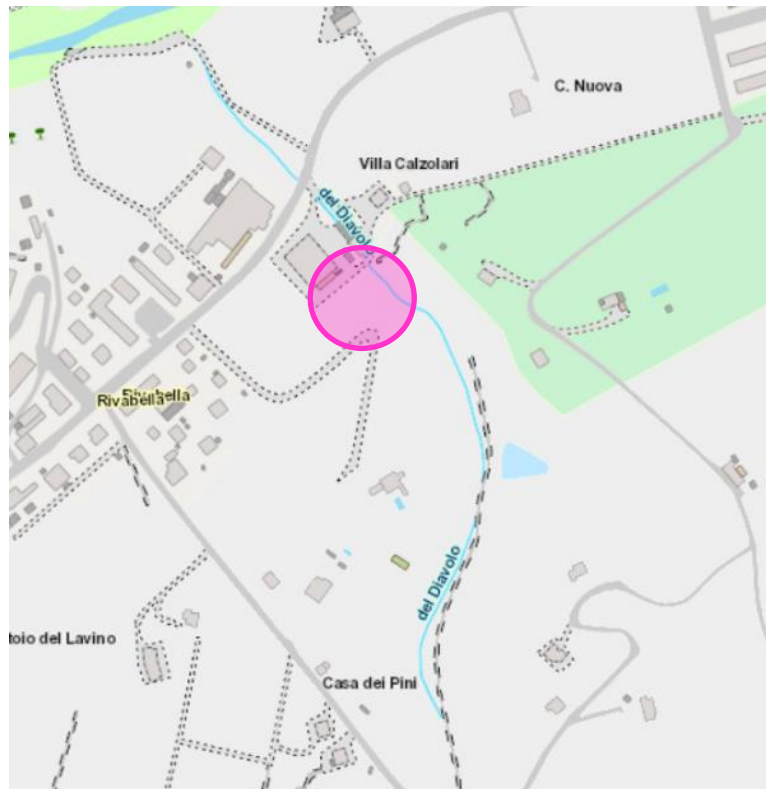


Figura 2 – Area oggetto di studio (cerchio fucsia) su base cartografica DBTR

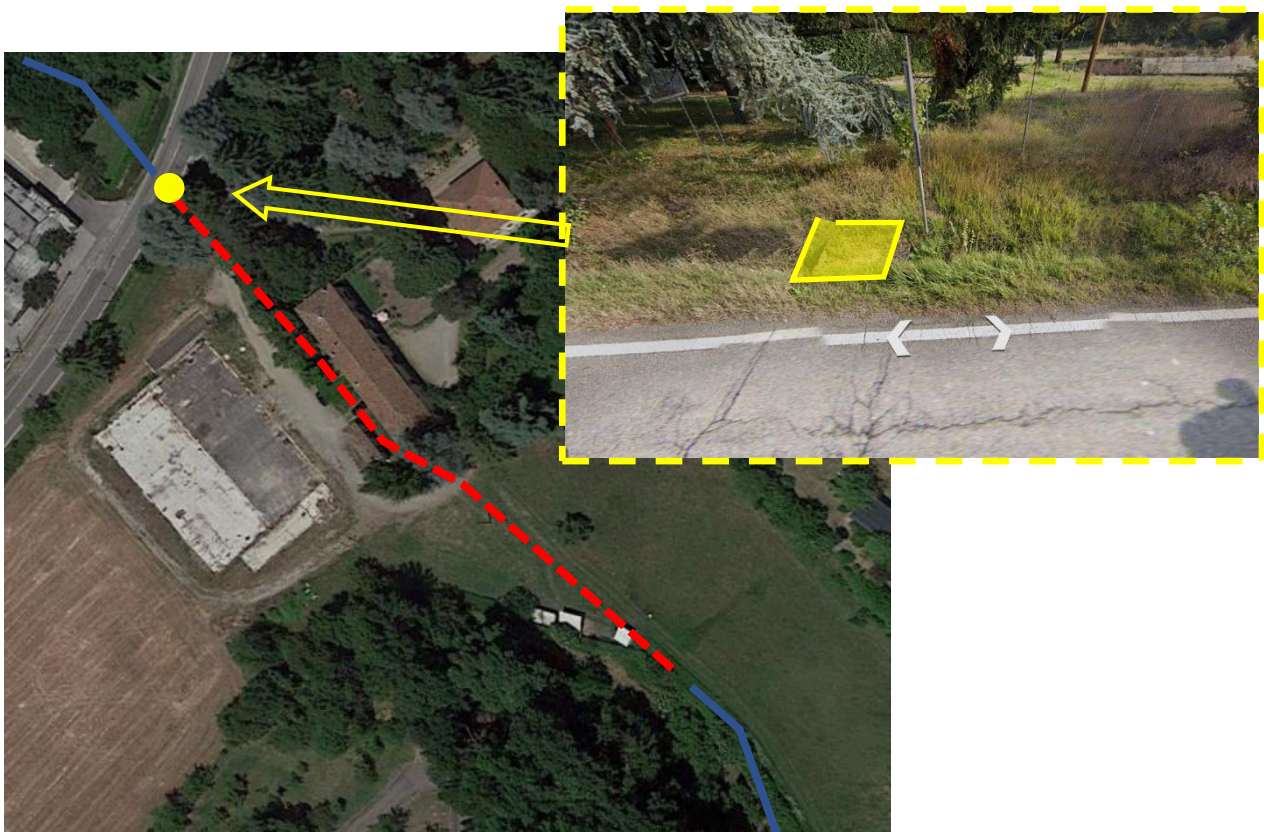


Figura 3 – Tratti a cielo aperto (blu) e tombati (rosso). Il pallino giallo e relativo dettaglio mostrano il pozzetto di arrivo del DN600 a monte della provinciale

2 Finalità della progettazione

Si riportano di seguito le esplicite richieste formulate della Agenzia Regionale per la sicurezza territoriale e la Protezione Civile, alle quali si intende assolvere a mezzo della presente relazione e relativi elaborati grafici.

- la redazione di una “Relazione idrologica-idraulica” per una valutazione delle portate di massima piena per eventi di 30/50/100/200 anni, e attestante che il progetto degli interventi sono stati dimensionati per una piena con tempo di ritorno di almeno 100 anni con un adeguato franco idraulico, verificando al contempo comunque che non permanga un significativo aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per piene superiori a quelle di progetto. Anche in considerazione della presenza di vani interrati nei fabbricati progettati.

- La rimozione del tombinamento con il ripristino della sezione ideale (determinata in relazione idraulica) del rio del Diavolo a cielo aperto, nell'attraversamento dell'area allibrata al catasto terreni ai Fg. 38 mapp. 570-572 e parte del Fg. 34 mapp.283.

3 Determinazione della portata e della sezione di progetto

La figura seguente mostra la delimitazione del bacino idrografico del Rio del Diavolo, chiuso all'inizio del tratto tombato.

La superficie dell'area individuata è pari circa a 26 ha. Si tratta di un versante piuttosto acclive e relativamente corto, in quanto presenta un dislivello di circa 240 m fra il punto di massima quota e la sezione di chiusura a fronte di una lunghezza di circa 1000 m.

Il versante è fortemente vegetato, includendo tratti a prato e tratti a bosco e quasi per nulla antropizzato.

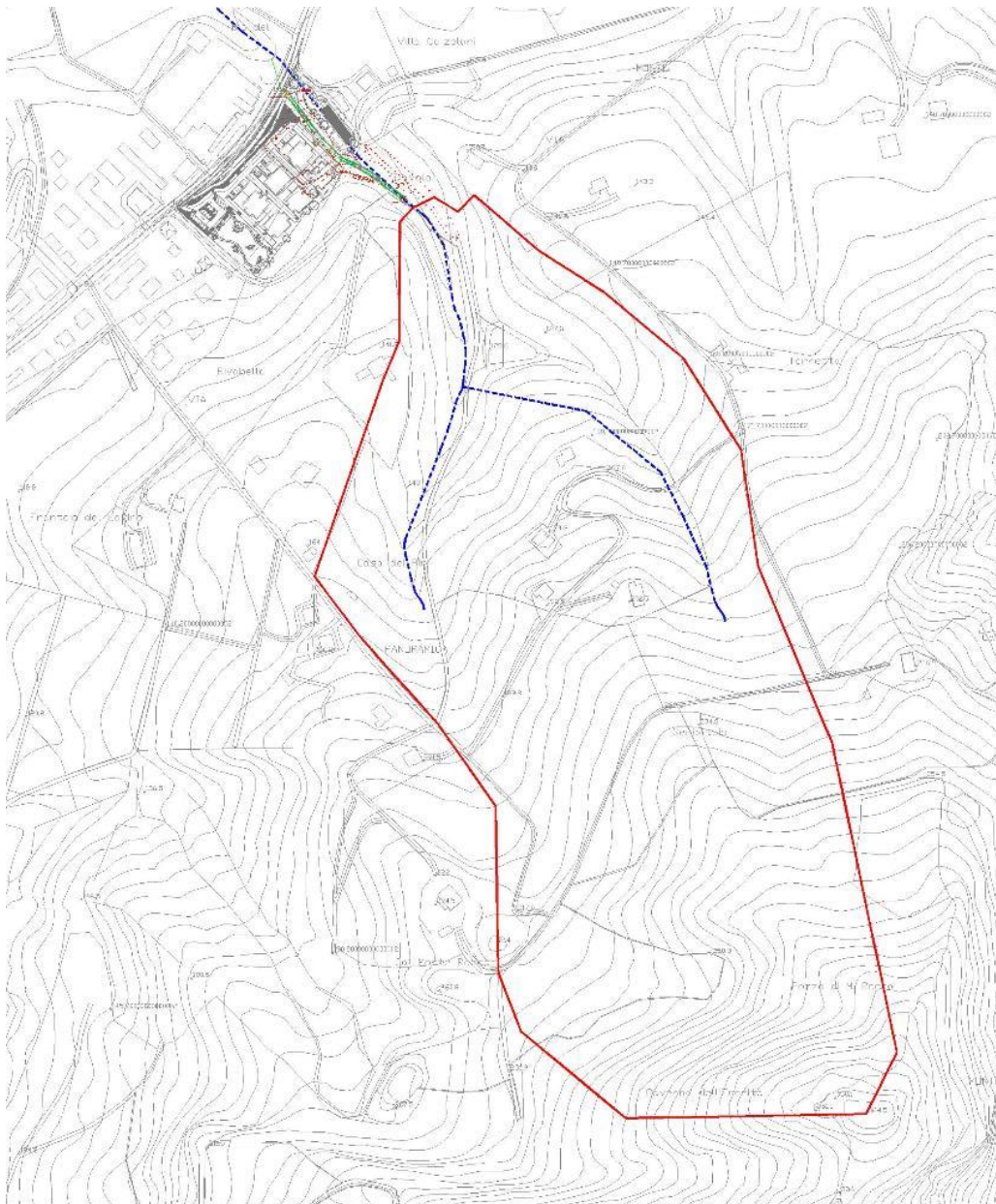


Figura 4 – Delimitazione del bacino del Rio del Diavolo chiuso all'attuale sezione di tombamento

Stanti le premesse, nella stima del tempo di corrivazione del bacino entrano in gioco da un lato le caratteristiche morfologiche a cui corrisponderebbero tempi assai ridotti, dall'altro quelle legate all'uso del suolo e soprattutto alla copertura vegetale e fogliare, le quali in qualche agiscono ritardando il processo di saturazione e di propagazione dell'onda di piena. Ciò detto, anche considerando i valori che emergerebbero da note formule di letteratura per la sola parte morfologica (Giandotti, Kirpich), si stima un tempo di corrivazione pari a 30 minuti.

Si stima inoltre, in via cautelativa, un coefficiente di deflusso mediato sull'intera area pari a 0.5.

Ai fini della determinazione della pioggia di progetto, si è fatto riferimento sia alla serie storiche registrate dai pluviometri prossimi all'area di studio, nella fattispecie a Zola Predosa e Monte San Pietro, sia a quelle della città di Bologna. Riscontrando per gli eventi di breve durata altezze di pioggia maggiori nel corso degli ultimi 20 anni, si è scelto in via cautelativa di fare riferimento a tale periodo nella determinazione delle curve segnalatrici di pioggia, ritenendole più rappresentative degli eventi recentemente occorsi a fronte della perdita di robustezza e di numerosità del campione statistico.

Avendo definito il tempo di corrivazione pari a 30 minuti, si riportano di seguito le altezze e le intensità di pioggia riferite a tale durata, per vari tempi di ritorno, così come emerse dall'analisi statistica delle serie storiche.

Per determinare la portata di picco alla sezione di chiusura del bacino individuato, ossia all'inizio del tratto tombato, si fa uso della classica formula del metodo razionale

$$Q = C \ i \ A$$

Dove, come si è detto, $C = 0.5$; $A = 26$ ha; i è pari alle rispettive intensità riportate nella tabella.

Tempo di Ritorno	h (mm)	i (mm/h)	Qmax (m ³ /s)
30	39.5	79	2.85
50	42.7	85.4	3.08
100	47.1	94.2	3.40
200	51.4	102.8	3.71

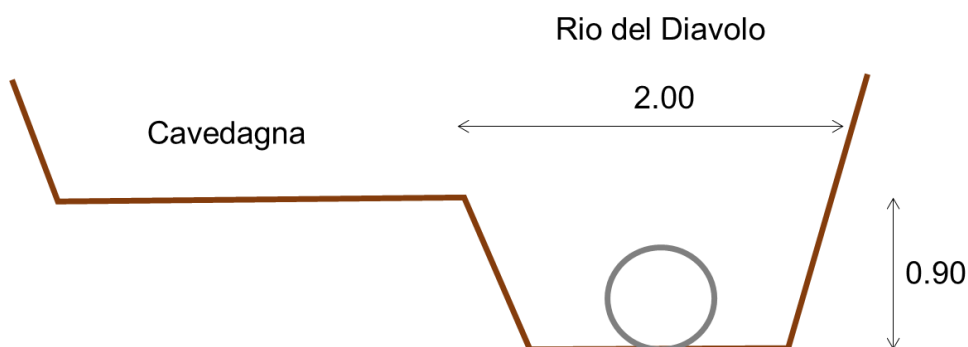


Figura 5 – Attuale forma della sezione del Rio del Diavolo a monte del tombamento

La figura precedente mostra lo schema dell'attuale sezione del Rio immediatamente a monte del tratto tombato. In occasione di eventi intensi, a causa della strozzatura operata dal tombamento, l'acqua fuoriesce dall'alveo vero e proprio, tracimando sulla cavedagna che scorre lungo la sponda sinistra del Rio. Le acque tracimate proseguono poi verso valle seguendo la pendenza naturale del terreno.

La presente progettazione intende ovviare alle situazioni di insufficienza sopra esposte, conciliando le esigenze di natura idraulica e funzionale, con i limiti e le distanze imposte dalla normativa vigente e seguendo le indicazioni fornite dalla già citata Agenzia di Protezione Civile della Regione Emilia Romagna.

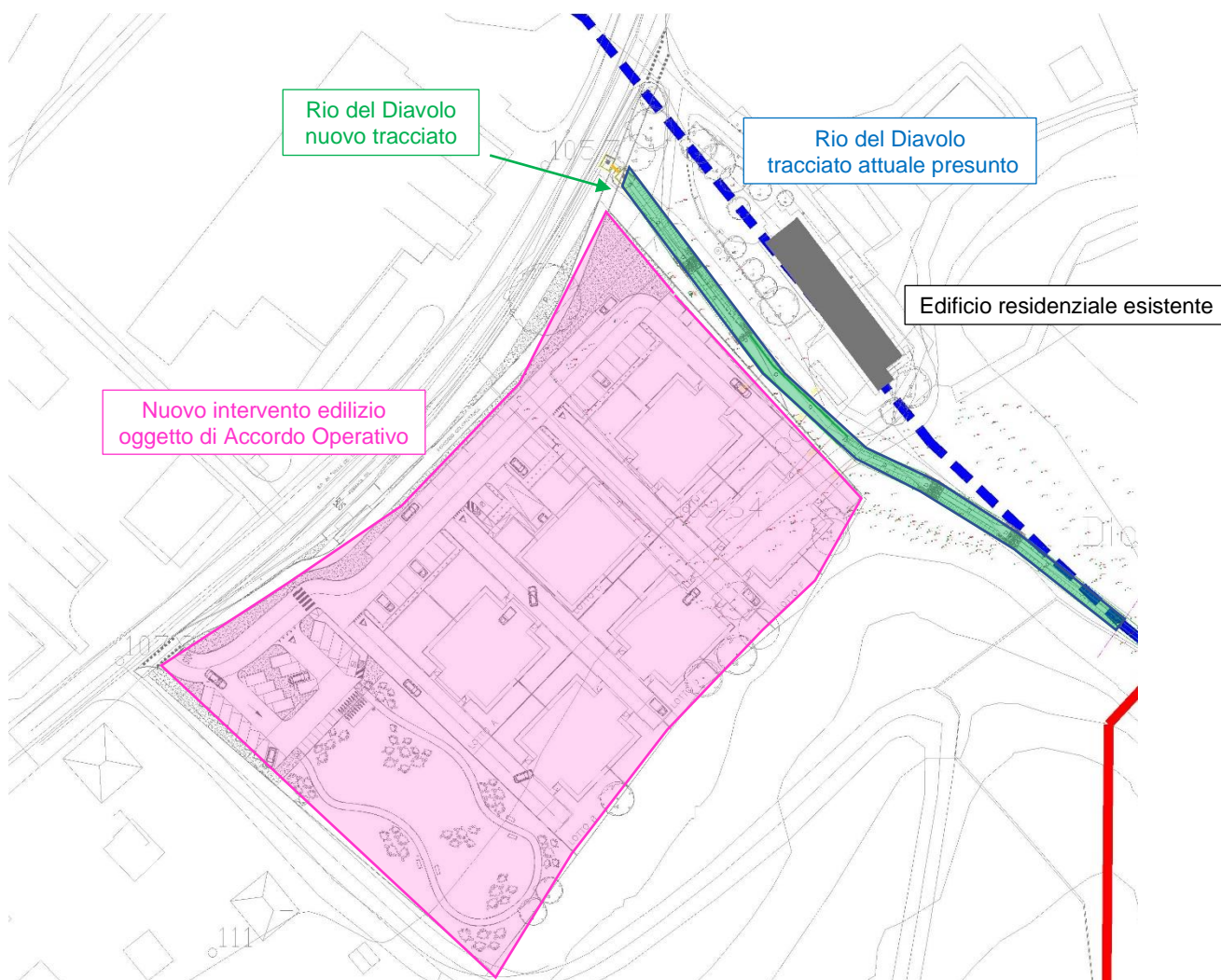


Figura 6 – Nuovo tracciato planimetrico del Rio del Diavolo oggetto della presente progettazione

Il nuovo tracciato ha cercato di soddisfare i vincoli imposti, in particolare:

- Il nuovo Rio non presenta tratti tombati
- La sponda sinistra del Rio dista almeno 10 metri dai nuovi edifici previsti nell'intervento edilizio oggetto di Accordo Operativo (vedi Figura 7)
- Non sono attualmente previste recinzioni che delimitino il lato Nord Est del nuovo insediamento residenziale. Tuttavia laddove si rendessero necessarie, saranno poste a congrua distanza dalla sponda sinistra del nuovo alveo.
- La pendenza naturale del tracciato è stata compensata e mitigata attraverso appositi salti di quota
- Il nuovo alveo non contiene elementi in calcestruzzo, ma solo gabbioni o massi alternati a terreno naturale



Figura 7 – Rispetto delle distanze fra le sponde dei canali e gli edifici

Per quanto riguarda gli aspetti di funzionalità ed officiosità idraulica, si evidenziano sinteticamente i seguenti aspetti principali:

La pendenza naturale del terreno lungo il nuovo percorso è pari circa al 4% (oltre 5 metri di dislivello lungo 135 metri di percorso). Una tale pendenza comporta velocità piuttosto elevate ed il deflusso delle acque in corrente veloce, con conseguenti possibili formazioni di risalto idraulico e relativi fenomeni erosivi non sostenibili da un alveo non rivestito.

Poiché il rivestimento in materiali lapidei di tutto il tratto avrebbe comportato costi ingenti, si è scelto di ridurre la pendenza attraverso salti di quota, raggiungendo una pendenza circa pari all' 1% nei tratti fra salto e salto. Tale pendenza diviene quindi quella di calcolo per la valutazione del franco di sicurezza.

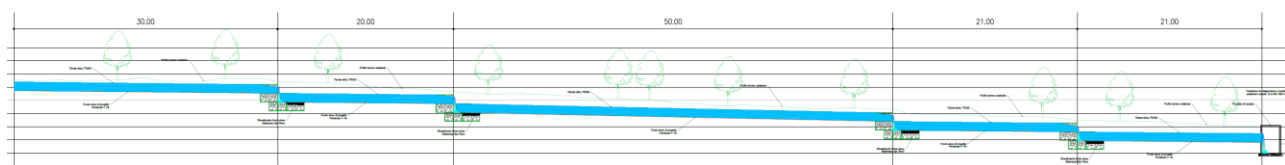


Figura 8 – Profilo longitudinale del nuovo tracciato del Rio del Diavolo

Due sono le tipologie di sezione adottate lungo il percorso:

- Sezione trapezia con alveo in terra non rivestito (larghezza fondo pari ad 1 m, profondità circa pari a 1.30-1.50 m; pendenza sponde 1/1; larghezza in sommità = 3.60-4.00 m)
- Sezione pressochè rettangolare interamente rivestita con sponde in gabbioni e fondo in materasso reno (larghezza fondo = 2.20 m; profondità 1.30-1.50 m di cui gli ultimi 30-50 cm in terra; larghezza in sommità circa pari a 3 m)

La sezione interamente rivestita consentiva un ingombro planimetrico più ridotto (larghezza in sommità non superiore a 3 m) e si è resa necessaria in corrispondenza del forno per poter garantire un congruo spazio di passaggio.

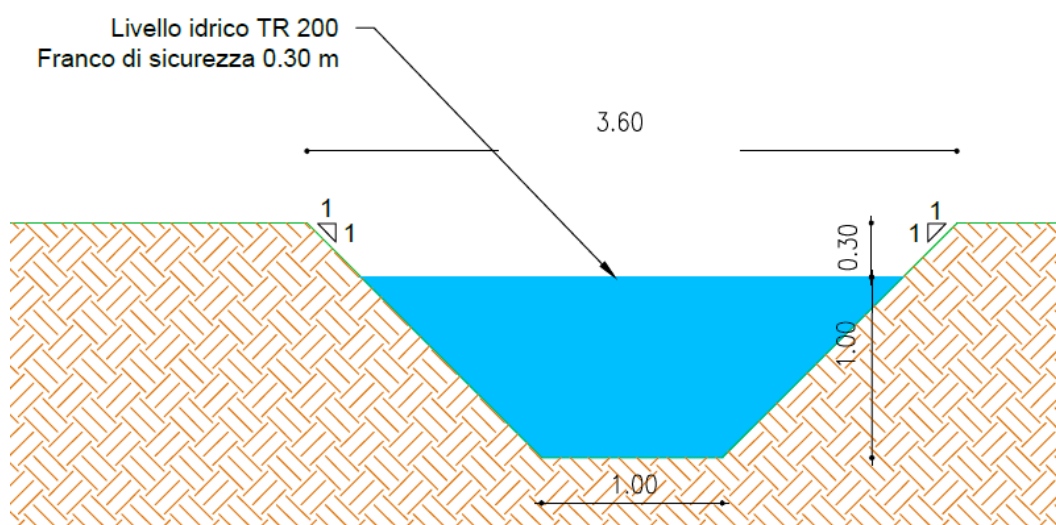


Figura 9 – Sezione trapezia non rivestita

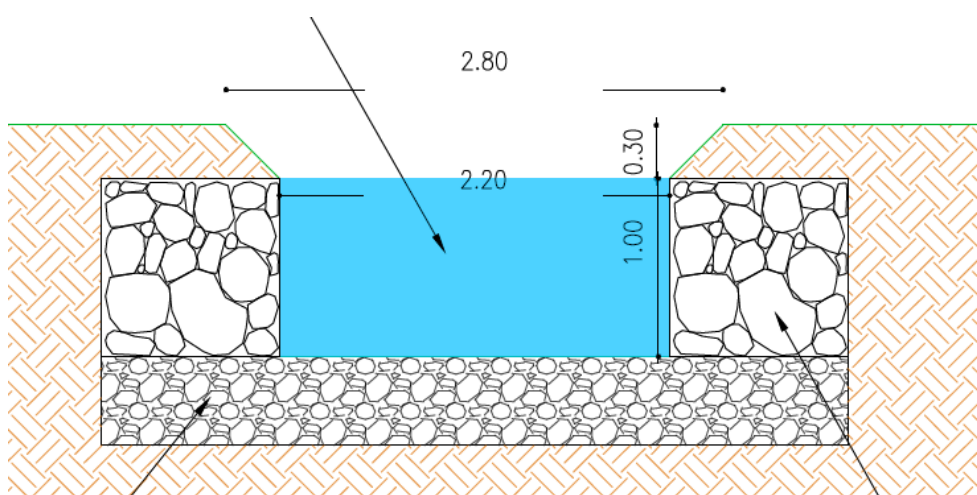


Figura 10 – Esempio di sezione rettangolare rivestita

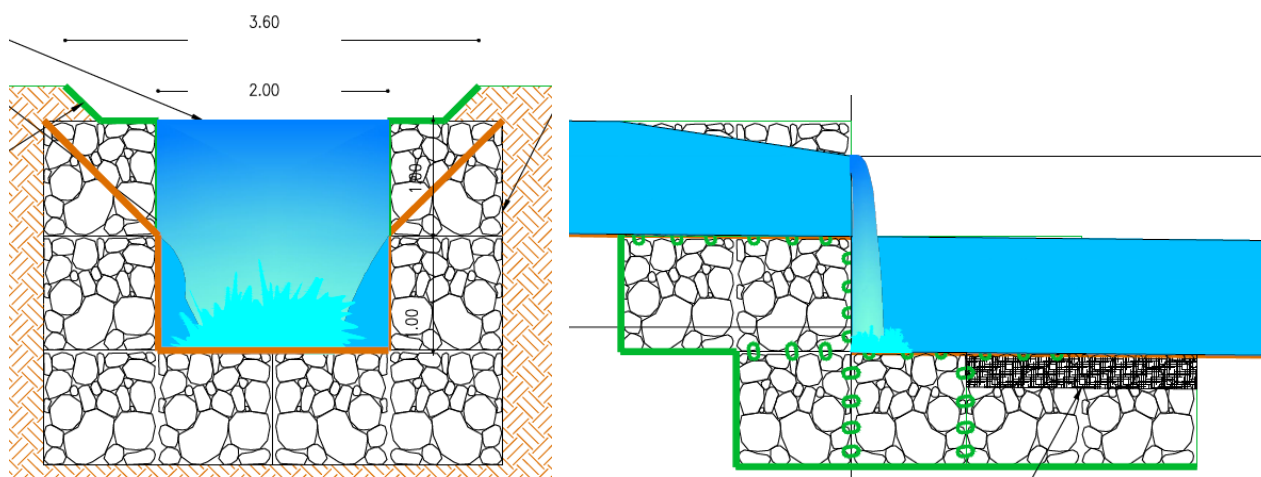


Figura 11 – Vista prospettica e sezione longitudinale della sezione di salto

Considerata la pendenza di progetto e la natura prismatica dell'alveo per entrambe le tipologie adottate, vi sono i presupposti per affidare la verifica idraulica alla nota formula di moto uniforme, giudicata rappresentativa delle condizioni di moto che si verificano.

Pertanto, ricordando che la portata Q è espressa come:

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

dove:

K_s è il coefficiente di scabrezza secondo Strickler, qui assunto cautelativamente pari a $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per la sezione trapezia in terra e 40 per la sezione rivestita;

A è l'area bagnata, funzione del tirante idraulico, così come R (raggio idraulico)

i è la pendenza longitudinale, qui assunta pari a 0.01 m/m

Si ottengono i seguenti risultati per la sezione trapezia non rivestita

TR	Qmax (m ³ /s)	Tirante (m)	Franco min (m)	Vmax (m/s)
30	2.85	0.85	0.45	1.80
50	3.08	0.89	0.41	1.83
100	3.40	0.93	0.37	1.88
200	3.71	0.98	0.32	1.92

e per la sezione rettangolare rivestita in gabbioni e materassi Reno

TR	Qmax (m ³ /s)	Tirante (m)	Franco min (m)	Vmax (m/s)
30	2.85	0.67	0.53	1.95
50	3.08	0.70	0.50	1.99
100	3.40	0.75	0.45	2.05
200	3.71	0.80	0.40	2.10

Si noti che in tutte le condizioni di portata sopra esposte, il moto si mantiene in corrente lenta.

Risultano inoltre verificate anche le sezioni in cui avvengono i salti (gaveta rettangolare 2.00 x 1.00), sulla quale l'altezza critica massima in occasione dell'evento TR200 risulta pari a 0.71 m e nella quale pertanto il flusso resta confinato nella parte in gabbioni.

Giunto in prossimità del confine Nord della proprietà Vignudelli, il nuovo tracciato si immetterà in un pozzetto/camera prefabbricato di dimensioni idonee (2.50 x 2.00 m), nel quale oltre ad effettuare un ulteriore salto, viene messo in comunicazione con il pozzetto esistente lungo la SP26.

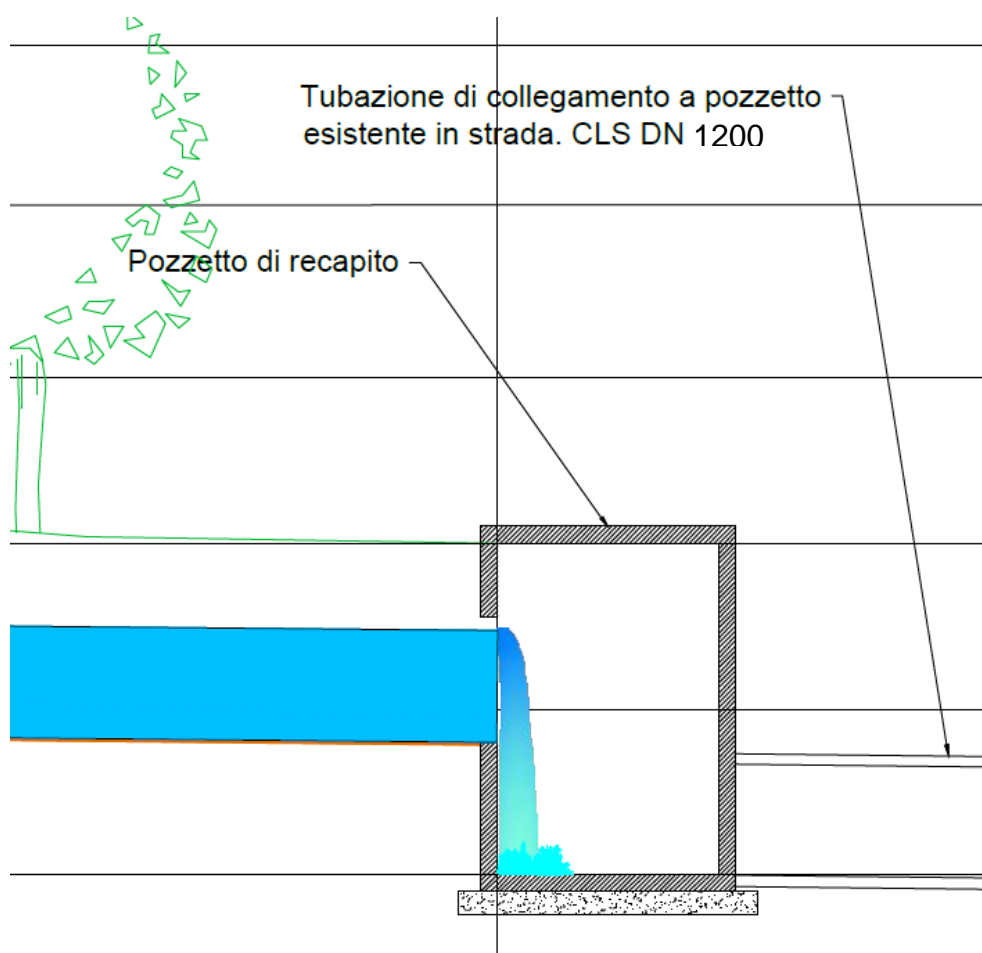


Figura 12 – Pozzetto di recapito finale e collegamento col pozzetto esistente lungo la SP26

Il collegamento avviene mediante una tubazione DN1200 in CLS, la quale permette il transito della massima portata di progetto (TR200) con un sovraccarico di circa 1.6 m, ossia tale da non causare effetti di rigurgito nel nuovo alveo.

E' bene rimarcare che l'intervento così progettato e qui descritto assolve in tutte le sue parti al transito della portata massima con TR=200 con i dovuti franchi di sicurezza. Tuttavia una volta raggiunto il pozzetto sulla SP26 non si hanno garanzie sul tipo, forma, dimensione e stato di conservazione del manufatto che attraversa la Provinciale, per adeguare il quale sarà necessario il coinvolgimento e l'intervento degli Enti preposti.

4 Conclusioni

A seguito di specifica richiesta giunta dalla Agenzia Regionale per la sicurezza territoriale e la Protezione Civile e finalizzata a riportare a cielo aperto un tratto del corso d'acqua denominato Rio del Diavolo, tratto attualmente tombato per circa 150 metri, è stato sviluppato un progetto, descritto dalla presente relazione.

La definizione del nuovo tracciato del Rio, le caratteristiche di pendenza e forma della sezione, nonché la scelta dei materiali, sono avvenute nel rispetto delle prescrizioni fornite dall'Ente sopracitato, nonché perseguendo le buone norme di progettazione idraulica.

Il rispetto di cui sopra ha interessato gli aspetti di funzionalità idraulica, definendo l'evento di progetto per diversi tempi di ritorno ed il comportamento del Rio in occasione degli eventi stessi. Ha inoltre cercato di soddisfare al meglio la salvaguardia delle fasce di rispetto dalle sponde del corso d'acqua, con particolare riferimento ai 10 metri di distanza previsti dagli edifici, distanza che è stata rispettata sia per l'edificio residenziale esistente, sia per quelli previsti dall'accordo operativo oggetto della presente. Inoltre, non sono attualmente previste recinzioni che delimitino il lato Nord Est del nuovo insediamento residenziale. Tuttavia, laddove si rendessero necessarie, saranno poste a congrua distanza dalla sponda sinistra del nuovo alveo.,

Il progetto non ha infine affrontato in dettaglio la necessità dello spostamento di eventuali sottoservizi interferenti.