ITEC engineering

COMUNE DI NE

Committente:
Comune di Ne (GE)

Titolo:

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TRATTO TERMINALE DEL TORRENTE GARIBALDO – LOTTO 2

Livello di Progetto:
Definitivo

Oggetto:

PROCEDIMENTO DI VERIFICA ASSOGGETTABILITA' ALLA VIA

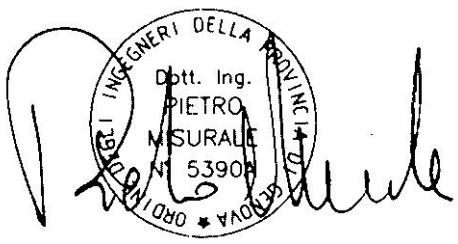
Relazione idraulica integrativa

Codice Progetto:
P091-20

Nome File:
P091-20-D-RE-AMB-002-A

Firme:





Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	Prima emissione	DR	3/08/20	PM	4/08/20

ASSOCIATO oice CONFINDUSTRIA
efca
FIDIC
apave certification ISO 9001 N° SC 10-2588/IAF 34 ISO 14001 N° SCA 19-3491/IAF

ITEC engineering S.r.l.
19038 SARZANA (SP)
Via Variante Aurelia, 98
TEL. +39 0187 610532
info@itec-engineering.it

16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi 7/9-10
TEL. +39 010 5959690
www.itec-engineering.it

È vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

INDICE

1 PREMESSA 2

2 RISPOSTE A REGIONE 3

2.1 STUDIO IDRAULICO DEL 2° LOTTO 3
2.2 ANALISI DEL PROFILO DI FONDO 4
2.3 SOVRALZO IN CURVA 8

1 PREMESSA

Nell'ambito del procedimento di verifica di assoggettabilità alla VIA del progetto di *Sistemazione idraulica del tratto terminale del torrente Garibaldo - lotto 2* in Comune di Ne (GE), la Regione Liguria - Settore Valutazione Impatto Ambientale e Sviluppo Sostenibile ha richiesto una serie di integrazioni di carattere idraulico e ambientale[1].

Da un punto di vista idraulico le richieste riguardano:

1) studio idraulico relativo all'esecuzione delle sole opere afferenti al secondo lotto, con riferimento alla portata con tempo di ritorno cinquantennale e 200-ennale, comprensivo del file di calcolo: particolare attenzione dovrà essere posta anche alla verifica che eventuali esondazioni a monte possano, comunque, interessare le aree oggetto di intervento;
2) valutazione della sensibilità dell'efficacia relativa alla soluzione proposta al variare del profilo di fondo;
3) calcolo del sovralzo in curva, in corrispondenza del tratto compreso tra le sez. 18 e 19, valutando se, recuperando interamente la larghezza demaniale, possa essere meglio contenuto il livello idrico.

La presente relazione contiene le integrazioni richieste relative agli aspetti idraulici e, per quanto riguarda il punto 1), fa riferimento allo *Studio di fattibilità idraulica della sistemazione del tratto terminale del torrente Garibaldo*, redatto dalla scrivente nel dicembre 2019, che il Comune di Ne ha trasmesso nel maggio 2020[2] alla Regione Liguria - Settore Assetto del Territorio, la quale, in data 31/07/2020, ha trasmesso al Comune il parere favorevole di compatibilità idraulica[3].

Lo studio, che si allega alla presente, e al quale si rimanda integralmente per gli aspetti di maggior dettaglio, contiene l'analisi dello stato attuale e l'individuazione degli interventi di sistemazione idraulica complessiva del tratto del torrente Garibaldo compreso tra monte del campo sportivo e la confluenza nel torrente Graveglia, per una lunghezza di circa 560 m.

[1] Prot. n. PG/2020/6906 del 27/07/2020 (Pratica S738 - Class./Fasc. 2020/G13.17.1/34)
[2] Prot. di arrivo in Regione n. PG/2020/165030 del 27/5/2020
[3] Prot. n. PG/2020/6991 del 31/07/2020 (Fasc. 2018/G13.12.5/15-32)

2 RISPOSTE A REGIONE

2.1 STUDIO IDRAULICO DEL 2° LOTTO

Come già ricordato in premessa si fa riferimento ai contenuti dello *Studio di fattibilità idraulica della sistemazione del tratto terminale del torrente Garibaldo* che contiene l'analisi dello stato attuale e l'individuazione degli interventi di sistemazione idraulica del tratto del torrente Garibaldo compreso tra il campo sportivo e la confluenza nel torrente Graveglia.

Gli interventi sono stati studiati nel rispetto, per quanto possibile, dei vincoli urbanistici e viabilistici presenti e della salvaguardia delle strutture esistenti al fine di garantire:

- lo smaltimento della portata 200-ennale con franco minimo di 0.5 m;
- il deflusso della portata 50-ennale con franco minimo di 0.5 m e il contenimento del relativo carico cinetico.

Tali opere sono funzionali ad un corretto regime idraulico e si inquadrano nei disposti delle Norme di Attuazione del Piano di bacino in quanto riguardano l'adeguamento di strutture esistenti al fine di ovviare a situazioni di pericolo e tutela della pubblica incolumità.

La sistemazione complessiva del corso d'acqua è stata suddivisa in lotti funzionali in funzione della disponibilità economica e delle esigenze del Comune di Ne come segue:

- Lotto 1: tratto terminale coperto (da sez. 3 a sez. 9.9, lunghezza 140 m circa);
- Lotto 2: tratto compreso tra il campo da bocce e la sezione di imbocco della copertura (da sez. 9.9 a sez. 20, lunghezza 200 m circa);
- Lotto 3: tratto a monte del campo da bocce (da sez. 20 a sez. 26, lunghezza 220 m circa)

In particolare sono stati analizzati gli effetti di mitigazione del rischio idraulico relativi alla realizzazione dei singoli lotti funzionali, al fine di individuarne la priorità di esecuzione.

L'analisi del rischio residuale, effettuata mediante modello idraulico bidimensionale, ha consentito di individuare la corretta sequenza temporale di attuazione dei tre lotti di intervento secondo il seguente ordine: Lotto 2, Lotto 1 e Lotto 3.

Il Lotto 3 risulta infatti idraulicamente "disgiunto" dai lotti di valle per effetto della presenza del rilevato del ponte di accesso ai campi sportivi in sponda destra, e dello sperone roccioso di chiusura del versante in sponda sinistra a valle del campo da bocce.

Ciò fa si che la portata esondata tenda a rientrare in alveo, senza alcuna propagazione verso le aree di valle.

Pertanto, in relazione alla tipologia delle aree inondate e relativo rischio idraulico, si ritiene che la realizzazione del Lotto 3 possa essere effettuata, una volta ultimata la sistemazione dei tratti di valle.

Questi ultimi rivestono maggiore importanza per effetto del grado di urbanizzazione delle aree interessate dall'allagamento e del relativo rischio idraulico associato.

Le verifiche idrauliche, e in particolare l'analisi con modello bidimensionale, hanno permesso di individuare come prioritaria la realizzazione del Lotto 2, relativo al tratto compreso tra il campo da bocce e la sezione di imbocco della copertura terminale.

Tale intervento consente infatti di eliminare in tale tratto gli allagamenti delle aree adiacenti in sponda destra e lungo la strada sterrata in sponda sinistra, riducendo i volumi esondati che allo stato attuale tendono ad invadere le aree di valle.

La realizzazione dei Lotti 1 e 2 consente di eliminare completamente le aree inondabili per tutto il centro abitato.

2.2 ANALISI DEL PROFILO DI FONDO

Il profilo del fondo di progetto è stato ricavato dal confronto con quello di stato attuale, considerato in equilibrio nelle condizioni attuali dell'alveo.

Nella figura seguente è riportata la sovrapposizione tra il profilo di fondo attuale e quello di progetto.

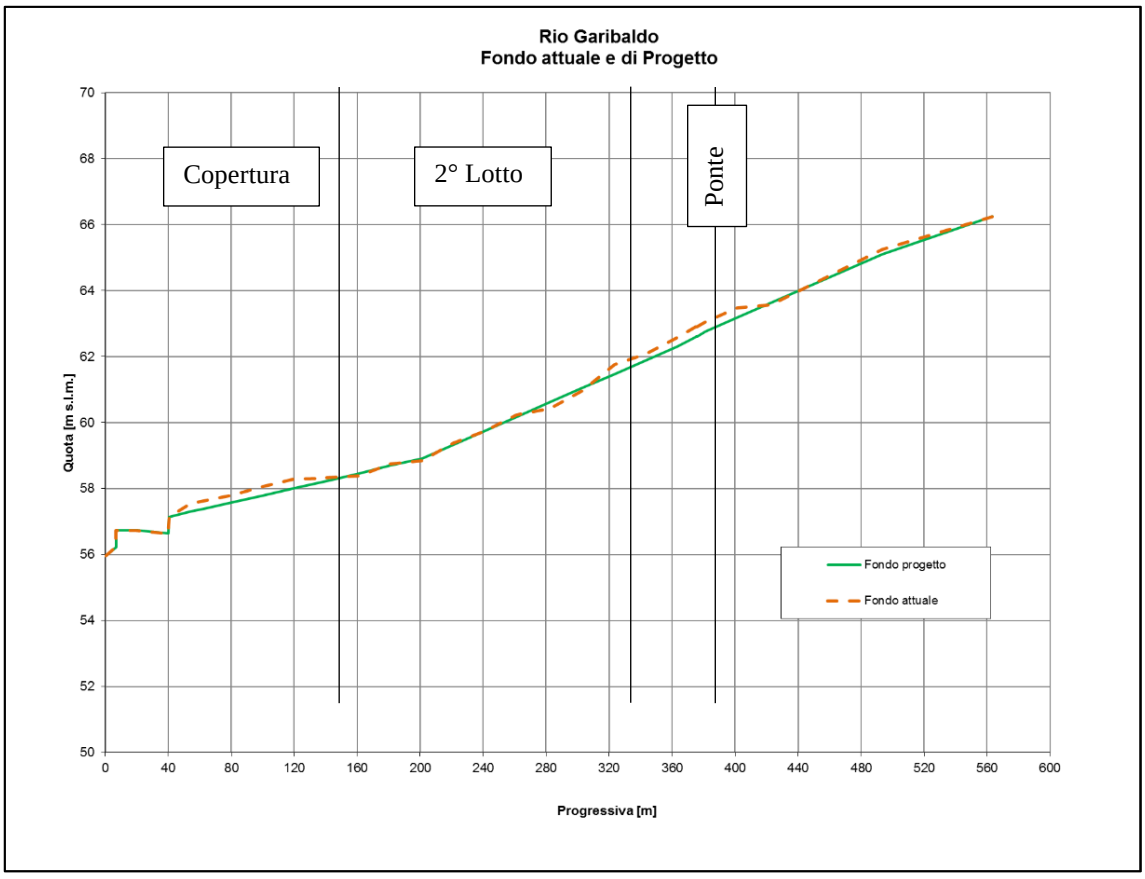


Figura 1

L’indagine geologica, in corso di svolgimento a cura del Dott. Geol. Denis Tassisto, confermata dai riscontri locali, ha evidenziato come il substrato roccioso si approfondisca da monte verso valle rimanendo prossimo alle quote del fondo attuale a partire dalla curva compresa tra le sezioni 18 e 19 verso monte, mentre si approfondisce sino a quote di oltre 10 m al disotto del fondo nel tratto a valle.

Nella figura seguente è riportato il possibile profilo del substrato emerso dalle indagini di campo nel tratto tra la sezione di imbocco della copertura e la curva a valle del campo sportivo (sez. 18); le profondità sono riferite alla quota della strada in sponda sinistra, le cui quote risultano superiori di un valore compreso tra 4.5 e 7.0 m circa rispetto al fondo alveo attuale.

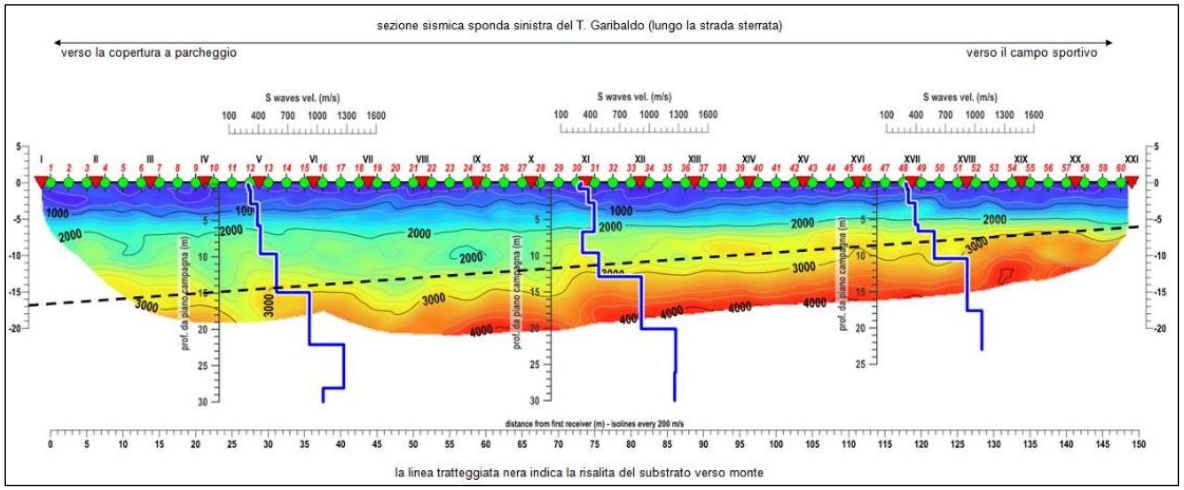


Figura 2

E’ pertanto evidente come l’intero tratto si possa suddividere da un punto di vista geologico e geomorfologico in due tratti distinti: il primo a monte della curva (sez. 18) più stabile e con fondo alveo più prossimo al substrato roccioso, il secondo verso valle con maggiore spessore della coltre e quindi potenzialmente più soggetto a possibili fenomeni di variazione del fondo.

Al fine di comprendere la tendenza evolutiva dell’alveo nello stato di progetto è stato identificato l’assetto di equilibrio del fondo del tratto di corso d’acqua oggetto di indagine.

La determinazione dei profili di equilibrio è stata effettuata secondo la procedura semplificata riportata nella normativa DGR 226/2009.

Tale procedura prevede il calcolo della portata solida Q_S in ingresso nella sezione di monte per i diversi valori della portata liquida Q considerati assumendo le condizioni di moto uniforme locale e mantenendo costante lungo tutto il tratto la portata solida in ingresso.

Note le portate liquida e solida, a partire dalla sezione di valle dove sono note la portata *Q* e il carico totale *H*, è stato determinato l'assetto di equilibrio integrando l'equazione del moto attraverso i seguenti passi:

- calcolo iterativo della profondità Y_i che soddisfa contemporaneamente la conservazione delle portate liquide e solide (soluzione stazionaria);
- calcolo della quota del fondo di equilibrio essendo noto il carico totale di partenza:

$$\eta i = Hi - Yi - \frac{Q^2}{2g \cdot \Omega^2}$$

- calcolo della perdita di carico per unità di lunghezza in funzione della profondità *Yi*;
- calcolo del carico totale nella sezione precedente:

$$H_{i-1} = H_i + j_i \cdot \Delta x_i$$

  dove Δx_i è la distanza tra le due sezioni;
- ripetizione dei passi precedenti fino a raggiungere la sezione successiva.

Il calcolo dei profili è stato effettuato con il valore della portata "indice" che risulta, con buona approssimazione, la *portata morfodinamicamente significativa* in quanto in grado di riprodurre gli effetti morfodinamici degli eventi (idrogramma) di piena che, nel tempo, hanno condotto all'attuale configurazione del fondo alveo.

Ai fini del calcolo si è assunto quale valore rappresentativo del diametro dei granuli il D_{50}[4] =10 mm

Il valore della portata indice del torrente Garibaldo è stato ricavato in base alla procedura contenuta nella DGR 357/2008 a partire dal valore della portata 200-ennale del Piano di Bacino.

Secondo la DGR la portata di piena con tempo di ritorno *T* è esprimibile come il prodotto della poprtata indice *Qi* per un fattore di crescita X_T:

$$Q_T = Qi \cdot X_T$$

Il fattore di crescita X_T è tabellato in funzione della zona di appartenenza del bacino e del tempo di ritorno T.

Il torrente Garibaldo appartiene alla Regione C (appennino NO e bacini tirrenici) per la quale il fattore X_T per il priodo di ritornio di 200 anni vale 5.17.

In base a tali assunzioni, si ricava un valore di Qi=208/5.17= 40.0 m^3/s.

La tendenza evolutiva del tratto di corso d'acqua analizzato è stata sintetizzata nel grafico seguente che mostra, per il valore della portata indice, l'andamento del fondo (profilo di equilibrio) in relazione al fondo di progetto.

4 Corrispondente al diametro dei granuli tale che il 50% in peso dei campioni dei sedimenti abbia diametro inferiore a quest'ultimo.

In base alle risultanze dell'analisi geologica e morfologica del substrato, si è mantenuto il profilo di fondo a monte della curva (sez. 18, progr. 300 m) in quanto più prossimo al substrato roccioso affiorante e quindi più stabile, mentre si è considerato variabile il fondo nel tratto a valle.

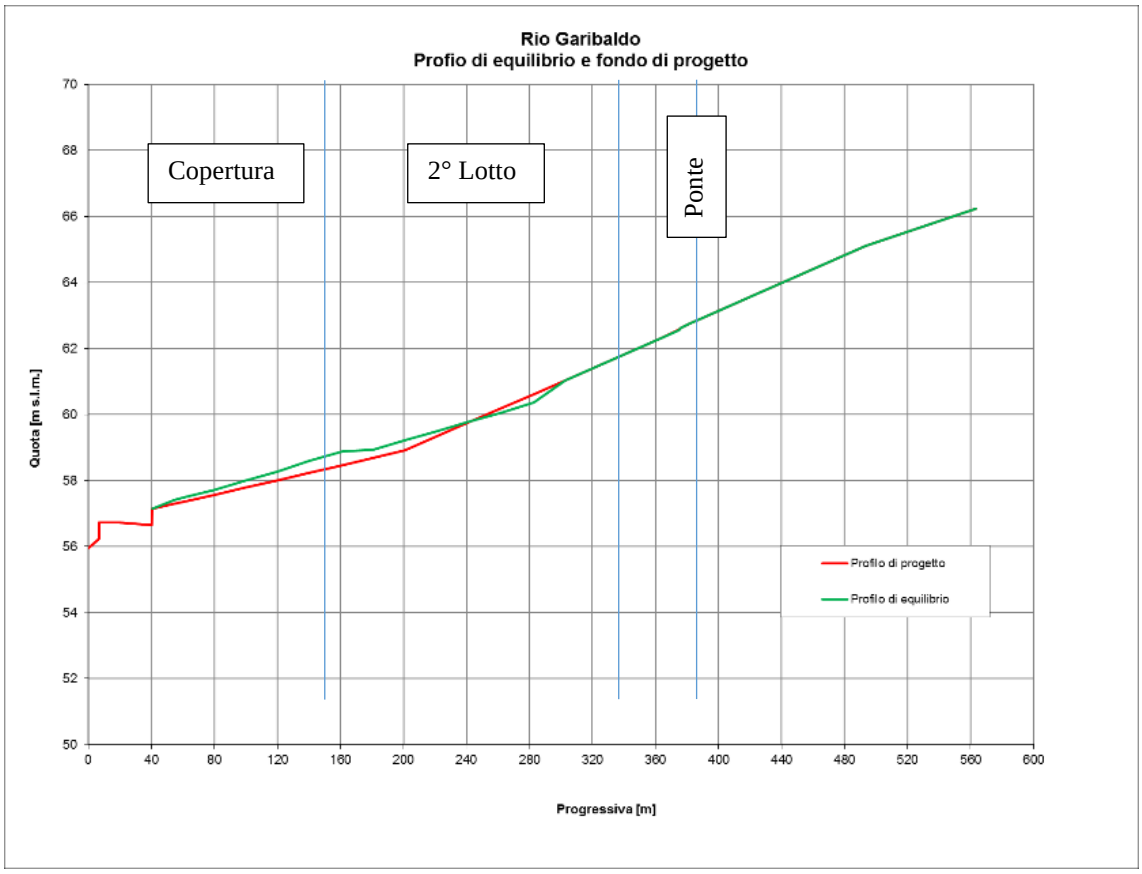


Figura 3

I risultati mostrano una tendenza al sovralluvionamento per il tratto terminale a valle della curva (sez,. 18 progr. 300 m circa) con variazioni delle quote di fondo contenute in un range da 0.0 m a 0.4 m circa, e quindi inferiori al franco minimo assunto per il deflusso della portata 200-ennale.

Le due soglie previste nella sezione 13 (in corrispondenza del cambio di pendenza) e nella sez. 19 (a monte della curva prima dei campi sportivi) consentono di fissare la quota del fondo in tali punti facilitando le operazioni periodiche di pulizia e manutenzione del fondo riportando le quote sul profilo originario.

2.3 SOVRALZO IN CURVA

La curva compresa tra le sezioni 18 e 19 è delimitata esternamente (lungo la sponda sinistra) da un versante che di fatto impedisce eventuali fuoriuscite di acqua.

La strada comunale di sponda nella sezione 18 è più alta di oltre 2 m rispetto alla sommità della scogliera.

Tuttavia, in risposta alle richieste della Regione Liguria, si è proceduto al calcolo della sopraelevazione in curva in tale tratto.

Il calcolo della sopraelevazione in curva è stato effettuato con riferimento alle formulazioni semplificate proposte da Marchi per correnti lente e veloci:

Corrente lenta: $$\Delta Y = \frac{U^2 \cdot b}{g \cdot r}$$

dove *ΔY[m]* è il dislivello totale tra la sopraelevazione sulla sponda esterna e la depressione su quella interna, *U[m/s]* è la velocità media, *r[m]* è il raggio medio della curva e *b[m]* è la larghezza della superficie libera.

Corrente veloce: $$Y_{max} = Y_1 + \frac{U^2 \cdot b}{g \cdot r}$$

con le stesse notazioni della formula precedente e con Y_1*[m]* profondità della corrente veloce di monte.

Il calcolo è stato effettuato con riferimento alle due configurazioni:

- Realizzazione del solo Lotto 2
- Sistemazione complessiva (lotti 1, 2 e 3)

Lotto 2

Tra le sezioni 18 e 19 la corrente si mantiene veloce; ai fini del calcolo si prendono a riferimento le caratteristiche della corrente nella sezione 19 (monte) che presenta velocità (e numero di Fr) maggiore.

Dati R= 25 m (raggio di curvatura), b= 14.7 m (larghezza del pelo libero), Y= 2.09 m (profondità), risulta Y_{max}= 3.93 m (con una sopraelevazione di 1.84 m), corrispondente ad una quota massima di 64.97 m s.l.m., inferiore di oltre 0.5 m rispetto alla sommità della scogliera in sponda sinistra.

Sistemazione complessiva

Tra le sezioni 18 e 19 la corrente passa da veloce a monte (Fr=1.61) a lenta a valle (Fr=0.68) con un risalto di 1.27 m.

Il calcolo della sopraelevazione è stato quindi effettuato per entrambe le condizioni di corrente veloce e di corrente lenta.

Nel primo caso (corrente lenta), assunto un raggio di curvatura R= 25 m, dati b= 18 m (larghezza del pelo libero), Y= 4.02 m (profondità), risulta DY= 1.06 m, corrispondente ad una sopraelevazione sull'esterno curva pari a 0.53 m.

La quota massima corrispondente è pari a 65.59 m s.l.m. comunque inferiore alla quota di sommità della scogliera in sponda sinistra (pari a 65.64 m s.l.m. nella sez. 18 e a 65.97 m s.l.m. nella sezione 19).

Nel secondo caso (corrente veloce), dati R= 25 m, b= 15.2 m, Y= 2.32 m, risulta Y_{max}= 3.45m (con una sopraelevazione di 1.13 m), corrispondente ad una quota massima di 64.49 m s.l.m., inferiore di oltre 1 m rispetto alla sommità della scogliera in sponda sinistra.

Il valore della sopraelevazione in curva rimane quindi inferiore alla quota di sommità dell'argine sinistro per tutti i casi esaminati.

La conformazione del versante in sponda sinistra è tale inoltre da contenere in ogni caso tale sopraelevazione, impedendo di fatto la sua propagazione verso valle.