Dott. Ing. Carla Mandraccia
Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio
Progettazione, Direzione Lavori, Difesa del Suolo , Ambiente
Tecnico competente in acustica ambientale

Via Adamoli 401 - 16165 Genova
Tel. 010/8362204

Istanza di autorizzazione all'attività di cava denominata Bagoni

INTEGRAZIONI ALLA RELAZIONE IDRAULICA

tratto tombinato del rivo delle Fornaci

-

Laccio (GE)

Pratica n. 166986/2010

1.INTRODUZIONE

La presente relazione integra quella precedentemente depositata ed è stata redatta allo scopo di analizzare nuovamente la capacità di smaltimento del tratto tombinato del rivo denominato "rivo delle Fornaci", corrente all'interno dell'area della cava Bagoni, in località Laccio. (rif. Vs. Prot. N. PG/2011/36366).
A tal fine si esamina un evento intenso di progetto con tempo di ritorno 200 anni.

2. *METODOLOGIA IDRAULICA.*

Per la modellazione idraulica è stato utilizzato il valore di portata duecentennale calcolato mediante il metodo razionale nel corso della precedente analisi, che risulta pari a 17.44 mc/s.

Il calcolo dei profili di corrente è stato intrapreso con le seguenti ipotesi iniziali:

- Moto permanente, gradualmente variato;
- Sezioni di monte e di valle assimilabili a sezioni di forma trapezoidale.

Le condizioni di moto uniforme sono state determinate mediante la Formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove:

A = area della sezione liquida, in m^2;

R = raggio idraulico = $\frac{A}{B}$, in m;

B = perimetro bagnato = $b + 2 \cdot Y$, in m;

b = larghezza della sezione, in m;

Y = quota del pelo libero della corrente rispetto a fondo alveo, in m;

i_f = pendenza del fondo, %;

χ = coefficiente di attrito, $m^{1/2}/s$.

Per il calcolo di χ è stata utilizzata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$$

dove n è il coefficiente di scabrezza definito in funzione della natura dell'alveo: in questo caso è stato assunto n pari a 0.03 per i tratti di alveo naturale e pari a 0.014 per i tratti di tombinatura in calcestruzzo.

La profondità critica iniziale, a monte della tombinatura, è stata calcolata risolvendo la seguente equazione, valida nel caso di sezioni trapezoidali:

$$\left(\frac{Y_c}{Y_{co}}\right)^3\left(1+\frac{Y_c}{Y_{co}}\frac{Y_{co}tg(\theta)}{b_o}\right)^3=1+2\frac{Y_c}{Y_{co}}\frac{Y_{co}tg(\theta)}{b_o}$$

$$Y_{co}=\left(\alpha\frac{Q^2}{gb_o^2}\right)^{1/3}$$

Per confermare il tipo di moto che si instaura nell'alveo all'inizio dell'analisi, è stato determinato anche il n. di Froude ed il carico specifico della corrente:

$$E=Y+\alpha(Y)\frac{Q^2}{2g\Omega^2(Y)}$$

In corrispondenza dei restringimenti, nel caso di passaggio attraverso lo stato critico, la profondità a monte del restringimento medesimo è stata calcolata valutando dapprima le condizioni del moto in funzione del rapporto di restringimento b_r/b, (b_r, larghezza della sezione in corrispondenza del restringimento – b, larghezza della sezione di moto indisturbato), e successivamente applicando le seguenti relazioni:

$$\left(b_r/b\right)^{2/3}=\frac{3\cdot\left(Ytm/Yc\right)^2}{1+2\cdot\left(Ytm/Yc\right)^3}$$

$$Ym=K\cdot Ytm$$

Lungo il tratto di corso d'acqua esaminato, sono state definite alcune sezioni trasversali, in corrispondenza dei diversi tratti di tombinatura; altre sezioni sono state definite per ausilio delle operazioni di calcolo.

3. *CALCOLO PROFILO DI CORRENTE DEL RIVO TOMBINATO ALLO STATO ATTUALE.*

Al fine di determinare l'andamento del profilo di corrente in concomitanza con il deflusso della portata di piena duecentennale, è stato utilizzato il software HEC RAS 4.1. E' stato creato un modello idraulico del tratto di rivo che corre all'interno dell'area di cava nelle sue condizioni attuali (tombinato lungo tutto il suo corso all'interno dell'area in oggetto). Si fa presente che la modellazione delle sezioni e del corso del rivo è stata condotta sulla base di un rilievo visivo dello stato attuale dei luoghi, del rilievo topografico eseguito dai progettisti (che riporta le quote dell'estradosso della copertura), e di un rilievo metrico indicativo eseguito sulle sole parti visibili della tombinatura:

- Sezione di imbocco;
- Sezione di sbocco;

- Sezione corrispondente alla prima camera a cielo aperto, costituita da un'apertura nella tombinatura derivante da un cedimento strutturale della medesima.

E' stata effettuata una ricerca presso gli Enti preposti al fine di recuperare eventuali informazioni progettuali aggiuntive, (ad es. eventuali elaborati progettuali a corredo di precedenti richieste di concessioni idrauliche). Il Rio fornaci, nel tratto in esame, non risulta essere demaniale (vedi estratto catastale in all.1) , quindi soggetto a richiesta di Nulla Osta idraulico e non di Concessione. L'epoca di realizzazione della tombinatura, inoltre, è antecedente agli anni '90, epoca in cui le competenze di gestione dei corsi d'acqua appartenenti alla rete idraulica significativa è passato dal Genio Civile (e dal Ministero delle Finanze per quanto riguarda le concessioni) alle Province. La verifica presso la provincia di Genova, quindi, ha dato esito negativo. E' stato però rinvenuto presso gli uffici della Regione, il parere dell' Ispettorato Dipartimentale delle Foreste di Genova relativo alla tombinatura in oggetto (trasmesso in data 5.04.1984 dal Settore Regionale Difesa del Suolo ed Assetto Idrogeologico) a corredo del provvedimento autorizzativo di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale della Liguria n. 3925 del 05.07.1984, riferito al precedente progetto di coltivazione della cava Bagoni. Il parere da atto della presenza della tombinatura, riportando come epoca di realizzazione gli anni 70 e descrivendola come costituita da n. 2 tubazioni del diametro di 1 m ciascuna. Assumendo i dati indicati nel suddetto documento, da quanto visionato in loco, la tombinatura così descritta è stata rilevata una per la parte a monte della camera a cielo aperto; dal momento che dall'esame della sezione di sbocco è stata rilevata una tombinatura costituita da n.1 condotta di diametro indicativo 120 cm, si presume che nel tratto compreso tra la camera a cielo aperto e la sezione di sbocco, la tombinatura sia composta da una singola tubazione come sopra descritta. La pendenza media dell' opera idraulica, valutata in base alle quote indicata alle estremità dei 2 tratti (doppio e singolo) ed in base alla distanza tra le relative sezioni di imbocco e sbocco risulta essere di circa 0.16 per la parte a monte della camera a cileo aperto e di 0.15 per la parte a valle. Le condotte sembrano inserite all'interno di una struttura scatolare in calcestruzzo, che, a favore di sicurezza, è stata ipotizzata piena. La lunghezza della tombinatura è di circa 260 m.

Al di sopra della tombinatura, a differenza di quanto eseguito nel corso della redazione del modello idraulico descritto nella precedente relazione agli atti, le sezioni sono state modellate seguendo l'andamento del terreno come da rilievo plano altimetrico, non considerando come infinitamente alti gli argini corrispondenti allo scatolare in cls.
Il numero, la geometria e la posizione delle sezioni lungo il rivo sono visibili negli allegati grafici costituenti parte dell'output del software HEC RAS e dalla planimetria indicativa elaborata sulla tavola di rilievo (all.2 – 3- 4).

3.1 Risultati.

I risultati relativi al calcolo del profilo di corrente, determinato per il valore di portata duecentennale di $\mathbf{Q_{200} = 17.44\ m^3/s}$ sono visibili sulle tabelle di output allegate (all.3-5-6).

Per tale valore di portata, la profondità di moto uniforme e la profondità critica, calcolate monte della sezione 11, assumono, rispettivamente, i valori Yu ≅ 0.83 m e Yc ≅ 1.9 m. Si tratta quindi di corrente veloce. Durante il suo corso la corrente subisce passaggio

attraverso lo stato critico, modificando il suo regime da veloce a lento; l'analisi è stata condotta mediante calcolo in regime misto.

A monte della sezione 9 la corrente subisce un passaggio attraverso lo stato critico. Si rilevano due fenomeni esondativi in sezione 9 ed in sezione 4. La superficie della corrente supera l'estradosso della tombinatura (corrispondente al piano carrabile dell'attuale pista di cava) di una quota pari a circa 0.61 m, alla sez. 9 e di una quota pari a circa 1.01 m alla sezioni 4.

La portata esondata, nella parte a monte della camera a cielo aperto viene contenuta dalle sponde naturali corrispondenti. A destra, al versante naturale dell'altura sulla quale sussiste la cava, a sinistra da versante naturale in un primo tratto e da un muro in cls esistente in un tratto successivo. A valle della camera a cielo aperto, il deflusso della portata viene contenuto a sinistra da un muro in cls esistente che segue l'andamento della pista di cava, a destra si espande sulla superficie del piazzale di accesso all'area (vedi all.4). Per questo motivo, durante la coltivazione della cava, la zona di stoccaggio dei materiali lapidei sarà collocata in altra posizione, caratterizzata da quote altimetriche maggiori rispetto a quelle del piazzale.

4. VERIFICA DELLA CAPACITA' DI SMALTIMENTO DEL RIVO SUCCESSIVAMENTE ALLA RIMOZIONE DI PARTE DELLA TOMBINATURA.

Si prevede, al termine della coltivazione della cava, di rimuovere parte della tombinatura che attualmente corre all'interno del sito. Il rivo, quindi, correrà a cielo aperto, fino ad una sezione immediatamente a monte rispetto alla camera a cielo aperto. Proseguendo verso valle da questo punto, la rimozione della tombinatura non risulta attuabile, al fine di non pregiudicare la stabilità delle opere di sostegno in cls armato che essa attraversa e dei relativi versanti. La conformazione morfologica attuale dell'area di cava, dalla quota in cui è presente la prima camera a cielo aperto del rivo, fino alla quota del muraglione in calcestruzzo armato, deriva, presumibilmente, da opere antropiche condotte in fasi successive. La costruzione della struttura di contenimento di cui sopra, può essere stata necessaria, in passato, per realizzare il riempimento di parte della valle piuttosto incisa, scavata dal rivo, creando, in questo modo, il piazzale di accesso e stoccaggio della cava. La notevole elevazione dell'opera conduce a presumere che al di sotto del piazzale siano presenti tiranti e/o similari elementi di rinforzo la cui eliminazione comporterebbe diminuzione di stabilità del muraglione e del terrapieno che contiene. La tombinatura eseguita con scatolare in calcestruzzo realizza un buon contrasto tra le due sponde opposte e ha funzione stabilizzatrice del pendio. La tubazione che costituisce la tombinatura del rivo sbocca quasi alla base del muraglione ed è contenuta, nel suo percorso, all'interno della struttura costituente il sostegno del piazzale. Per quanto sopra, la rimozione dell'ultimo tratto di tombinatura, potrebbe compromettere la resistenza e la stabilità delle opere murarie presenti e creare locali instabilità di versante.

Per quanto riguarda il modello del rivo successivamente alla prevista rimozione di parte della tombinatura, sono state schematizzate alcune sezioni a cielo aperto a monte della camera, sulla base delle ipotesi derivanti dai rilievi di cui sopra. Ad oggi, non è possibile conoscere con precisione l'andamento del fondo del rivo, l'effettiva pendenza nei suoi

diversi tratti, l'inclinazione e la morfologia delle sponde naturali, poiché non visibili e non rilevabili metricamente.

Il tratto tombinato, successivamente alle opere di rimozione della tombinatura. (ove possibile) avrà una lunghezza di circa 110 m, e sarà costituito, per una prima parte, di lunghezza di circa 9 m, da n. 2 condotte in cls di diametro di 1 m e per la seconda parte, avente lunghezza di circa 95 m, da una unica condotta in cls di diametro di 1.2 m.

Il calcolo dei profili di corrente è stato esperito mediante l'utilizzo del software HEC RAS 4.1, considerando le ipotesi e le relazioni descritte al paragrafo precedente. Il numero, la geometria e la posizione delle sezioni lungo il rivo sono visibili negli allegati grafici costituenti parte dell'output del software HEC RAS e dalla planimetria indicativa elaborata sulla tavola di rilievo (all.7-8-9).

4.1. Risultati.

I risultati relativi al calcolo del profilo di corrente, determinato per il valore di portata duecentennale di $\mathbf{Q_{200} = 17.44\ m^3/s}$ sono visibili sulle tabelle di output allegate (all.8-10-11).

Per tale valore di portata, la profondità di moto uniforme e la profondità critica, calcolate a monte della sezione 11, assumono, rispettivamente, i valori Yu ≅ 0.83 m e Yc ≅ 1.9 m. Si tratta quindi di corrente veloce. Durante il suo corso la corrente subisce passaggio attraverso lo stato critico, modificando il suo regime da veloce a lento; l'analisi è stata condotta mediante calcolo in regime misto.

Di seguito si riportano le grandezze caratteristiche della corrente nelle varie sezioni, determinate mediante modellazione HEC-RAS 4.

Si rilevano un fenomeno esondativo in sezione 4, in corrispondenza dell'imbocco del tratto di tombinatura singola. La superficie della corrente supera l'estradosso della tombinatura (corrispondente al piano carrabile dell'attuale strada di cantiere) di una quota pari a circa 1.01 m. Come intervento finalizzato a limitare la zona di deflusso della portata esondante indicativamente alla superficie dell'attuale pista di cava, si indica la costruzione, in sponda destra, di un muro d'argine in cls armato di dimensioni indicative di 1.5 m in altezza e 0.5 m in spessore (nel rispetto di un franco di piena di 0.5 m). In questo modo il deflusso della piena verrà contenuto, a sinistra, dal muro in cls esistente e, a destra, dal muro d'argine indicato, evitando l'allagamento del piazzale di accesso all'area. (vedi all.8)

Tuttavia, al fine del dimensionamento effettivo del muro d'argine di cui si prevede la realizzazione, una ulteriore modellazione idraulica potrà essere condotta al momento dell'esecuzione dell'intervento di rimozione di parte della tombinatura: il tratto di corso d'acqua a cielo aperto a quel punto sarà visibile e verrà esperito il rilievo delle sezioni giudicate significative. La progettazione strutturale ed esecutiva dell'opera sarà redatta consegnata ai competenti uffici antecedentemente all'inizio del lavori.

Genova, 08.07.2011

Dott. Ing. Carla Mandraccia

bacino imbrifero.

