



# CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060

Prignano Cilento (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.consorziovelia.com

**PIANO STRAORDINARIO DI DIFESA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA NEI  
BACINI DEL FIUME ALENTO E DELLA FIUMARELLA DI ASCEA (3° STRALCIO)  
C.U.P. E66J16001120005**

## INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL RETICOLO IDRAULICO DI BONIFICA

Livello di progettazione

Fattib. tecnico - economica

Progetto definitivo

Progetto esecutivo

Cod. elaborato

F2

Scala

Data

Agosto 2018

Revisione

1  2  3  4  5  6

Titolo elaborato

### Relazione illustrativa generale dei calcoli statici

<b>TIPOLOGIA ELABORATO</b>	<input type="checkbox"/> Descrittivo	<input type="checkbox"/> Grafico	<input checked="" type="checkbox"/> Calcolo
<input type="checkbox"/> Economico	<input type="checkbox"/> Sicurezza	<input type="checkbox"/> Disciplinare/Contrattuale	<input type="checkbox"/> Altro

#### **PROGETTISTA**

Velia Ingegneria e Servizi Srl

**Ing. Gaetano Suppa**

Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983

#### **GEOLOGO**

**Dott. Geol. Angelo Elia**

Iscritto all'Albo dei Geologi della  
Regione Campania n. 582 dal 11.02.1988

#### **R.U.P.**

Consorzio di Bonifica "Velia"

**Ing. Giancarlo Greco**

Riferimenti archivio digitale: N.24.07.2018/Ve.Ing.

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEI CALCOLI STATICI****Premessa**

La presente relazione ha l'obiettivo di riportare i criteri generali, le ipotesi e i procedimenti adoperati per il calcolo delle opere strutturali relative al progetto "*Piano straordinario di difesa idraulica e idrogeologica nei bacini del fiume Alento e della Fiumarella di Ascea (3° stralcio). Interventi manutenzione straordinaria del reticolo idraulico di bonifica*"

Il progetto si compone di una serie di interventi finalizzati alla manutenzione straordinaria del reticolo idraulico di bonifica.

In particolare, le opere progettate sono volte al ripristino della corretta officiosità idraulica dei canali, alla riparazione locale di manufatti danneggiati e all'implementazione, ove necessario, di ulteriori soluzioni capaci di ottimizzare la funzionalità e garantire la sicurezza della rete di bonifica e di irrigazione consortile

Dallo studio delle criticità di carattere idrogeologico è emerso che gli interventi di mitigazione idonei a tale scopo sono:

- Palificate
- Gabbionate

La scelta del tipo di intervento si è basata sulle indicazioni derivanti dallo Studio Geologico a corredo del presente progetto e sulle peculiarità delle opere rispetto al contesto franoso in atto.

In particolare, si è fatto ricorso alle gabbionate per contenere il fenomeno dell'erosione spondale (*TORRICELLI-PATTANO*) e per la protezione della sede stradale che costeggia la condotta F5 (*LUMNIA*).

Le palificate invece sono state utilizzate nei casi in cui si registrava una superficie di scorrimento non raggiungibile con opere superficiali, a protezione delle condotte esistenti. L'ubicazione delle opere è riportata nella planimetria generale di progetto e nelle tavole di dettaglio degli specifici interventi. Relativamente ad ogni singolo tratto sono state eseguite le verifiche previste dalla vigente normativa delle sezioni più gravose in condizioni sismiche e statiche riportate in ciascun tabulato di calcolo.

Si precisa che la normativa tecnica a cui si è fatta riferimento per tutta la fase progettuale è rappresentata dal D.M. 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni". Sebbene vi sia stato un aggiornamento di tale normativa il CNL ha chiarito le regole circa il periodo transitorio (circolare del 23 febbraio 2018 n.203). La suddetta circolare individua, per le opere pubbliche, tre fattispecie:

- opere pubbliche o di pubblica utilità in corso di esecuzione;
- contratti pubblici di lavori già affidati;
- progetti definitivi ed esecutivi affidati prima del 22 marzo 2018 (data di entrata in vigore delle NTC 2018).

Il progetto in questione risulta essere affidato ante 22 marzo 2018 e quindi la circolare n.203 permette l'utilizzo delle N.T.C. 2008 a patto che la consegna sia prevista entro il 22 marzo 2023; giacché tale termine ultimo sarà sicuramente rispettato il principale riferimento normativo sarà ancora rappresentato dalle N.T.C 2008.

## **Gabbionate**

Le gabbionate sono opere di sostegno modulari formate da elementi a forma di parallelepipedo in rete a doppia torsione tessuta con trafilato di acciaio riempite con pietrame. La struttura modulare è realizzata con tecniche costruttive semplici e rapide e la rete metallica è costituita da filo di acciaio protetto con zincatura forte o con lega di zincoalluminio ricoperto da una guaina in PVC, atto ad aumentare la resistenza alla corrosione. Per il riempimento dei gabbioni possono essere utilizzati i materiali lapidei e disponibili in loco o nelle vicinanze, purché abbiano caratteristiche granulometriche e peso specifico tali da soddisfare le esigenze progettuali e garantire l'efficienza dell'opera. I materiali più comunemente usati sono costituiti da materiale detritico di grossa pezzatura, alluvionale o di cava (ciottoli, pietrame). Il pietrame deve essere non gelivo, non friabile e di buona durezza. Le gabbionate devono essere riempiti con cura utilizzando pezzature di pietrame diversificate in modo da minimizzare la presenza di vuoti. Staticamente si comportano come un muro a gravità per questo sono soggette alle medesime verifiche e ipotesi (Coulomb, Rankine, metodo dell'equilibrio limite). Tali strutture sono permeabili, resistenti e allo stesso tempo molto flessibili in grado di opporsi, senza grandi deformazioni dei singoli elementi, ad assestamenti e/o cedimenti del piano di posa o del terreno a tergo dovuti a fenomeni erosivi o a fenomeni franosi, o a scosse sismiche. La struttura modulare e la forma degli elementi conferiscono all'opera una notevole capacità di adattamento alle diverse conformazioni plano-altimetriche del terreno, specie in interventi di sistemazione in alveo o di versanti, consentendo la realizzazione di opere anche di ridotte dimensioni e in zone di difficile accesso. Per gli interventi di progetto sono stati utilizzati gabbioni in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 3.00 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (ZN.AL5%) conforme alla EN 10244. Le elaborazioni numeriche per il dimensionamento e le verifiche di tali opere sono state eseguite mediante l'utilizzo del software "MACSTAR W". La procedura seguita per la progettazione nella creazione di una serie di verifiche con le seguenti combinazioni:

- **Verifiche statiche:** Approccio 1- Combinazione 2 (M2+A2+R2)

*Stabilità globale  $FS > 1,1$ ;*

*Scorrimento  $FS_{sc} > 1$ ;*

*Ribaltamento  $FS_{rb} > 1$ ;*

*Portanza  $FS_{cp} > 1$ ;*

- **Verifiche sismiche:** *Approccio 1- Combinazione 2 (M2+R2+kh+/- kv)*

**Stabilità globale**  $FS > 1,1$ ;

**Scorrimento**  $FS_{sc} > 1$ ;

**Ribaltamento**  $FS_{rb} > 1$ ;

**Portanza**  $FS_{cp} > 1$ ;

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), adoperando coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte. Nessuna combinazione di carico allo stato limite di esercizio viene prevista, in quanto nessuna determinazione di spostamento dell'opera a fini di controllo di funzionalità della stessa viene effettuata, risultando poco significativa vista la intrinseca deformabilità della tipologia di struttura di sostegno esaminata. La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene svolta dal programma con un procedimento che si articola nelle seguenti fasi:

- 1) scelta dell'opera o di una sua parte da verificare (a cura dell'utente);
- 2) verifica geometrica della scelta;
- 3) definizione del muro (profilo contro terra a tergo);
- 4) calcolo delle forze stabilizzanti;
- 5) calcolo della massima spinta;
- 6) verifiche allo scorrimento;
- 7) verifica al ribaltamento;
- 8) verifica per capacità portante fondazione (carico limite).

### **Palificate**

Le paratie sono opere di ingegneria civile che trovano molta applicazione in problemi legati alla stabilizzazione di versanti o al sostegno di rilevati di terreno. Tuttavia è anche facile sentire parlare di paratie che sono utilizzate per l'ormeggio di grandi imbarcazioni, o per puntellare pareti di trincee e altri scavi o per realizzare cassoni a tenuta stagna per lavori subacquei. Come si può quindi intuire grande importanza deve essere data alla progettazione di una simile opera, soprattutto per quanto riguarda il progetto strutturale e geotecnico. Per quanto riguarda l'aspetto del calcolo vale la pena sottolineare che non esistono, ad oggi, metodi esatti, e questo è anche dovuto alla complessa interazione tra la profondità di scavo, la rigidità del materiale costituente la paratia e la resistenza dovuta alla pressione passiva. Il diaframma è una struttura deformabile, per cui in funzione degli spostamenti che assume è in grado di mobilitare pressioni dal terreno circostante. Nella trattazione classica per determinare le spinte sul tratto infisso della paratie si ipotizza che il terreno circostante sia in condizioni di equilibrio limite, per cui ipotizzata una deformata si possono determinare le zone attive e passive del terreno e le relative pressioni. Questo modo di procedere fornisce buoni risultati nei problemi di progetto e nel caso si vogliono determinare dei valori globali di sicurezza mentre non permette di valutare con buona approssimazione i diagrammi delle sollecitazioni. Inoltre un grande

limite è rappresentato dal fatto che i metodi classici non permettono di tenere in conto la presenza di più di un tirante. Un modo più moderno di affrontare il problema dell'equilibrio delle paratie è quello di utilizzare delle tecniche di soluzione più generali quali quello degli elementi finiti. L'algoritmo di soluzione implementato dal software utilizzato "CDBWin" si può riassumere nei seguenti passi principali:

- 1 discretizzazione della paratia con elementi trave elastici.
- 2 modellazione dei tiranti con molle elastiche che reagiscono solo nel caso la paratia si allontani dal terreno (tiranti o sbadacchi).
- 3 modellazione del terreno in cui è infissa la paratia con molle non lineari con legame costitutivo di tipo bilatero.
- 4 algoritmo di soluzione per sistemi di equazioni non lineari che utilizza la tecnica della matrice di rigidità secante.
- 5 calcolo degli spostamenti della paratia, in particolare gli spostamenti dei tiranti e del fondo scavo che danno preziose informazioni sulla deformabilità del sistema terreno-paratia.
- 6 calcolo delle sollecitazioni degli elementi trave (taglio, momento).
- 7 calcolo delle pressioni sul terreno dove è infissa la paratia.

### **Conclusioni**

Per quanto non espressamente riportato nella presente relazione, ed in particolar modo per una completa trattazione ed esplicitazione dei dati numerici di calcolo, si rimanda ai singoli elaborati specifici per ogni tipologia di intervento.