



# COMMISSARIO DELEGATO

OCDPC 482/2017

## REGIONE TOSCANA

SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO INFERIORE E COSTA

INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO SUL BACINO DEL RIO MAGGIORE - TRATTO 3 - APERTURA CANALE ED ADEGUAMENTO ALVEO NEL TRATTO DA VIA RODOCANACCHI A VIA TOTI, COMPRESO NUOVO PONTE VIA TOTI - COMUNE DI LIVORNO

### PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO  
Ing. Francesco PISTONE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Francesco PISTONE

UFFICIO DI PROGETTAZIONE

PROGETTISTI



*Studio IN GEO  
Ingegneri e Geologi Associati  
Via dell'Acquacalda 840 A - 55100 Lucca  
Telefono 0583 - 48682  
Telefax 0583 - 464539  
E-mail ingegneri@ingeo.it*

Ing. Paolo Barsotti

CODICE ELABORATO

Anno	Commessa	Progetto	Elaborato	Tipologia	n°
2019	049	E	STR	REL	F100

LIVELLO	Numero	Data	Stesura	Controllo	Approvazione
1 ^ Emissione		30/04/2020			
2 ^ Emissione		24/06/2020			

OGGETTO ELABORATO

Relazione sui materiali

	Soggetto competente	Data	Firma	ELABORATO REL F.1
Emesso	Progettista coordinatore/integratore Ing. Barsotti	Aprile 2020		
Visionato	R.U.P. Ing. Francesco Pistone			
Confermato	D.R.C. Ing. Francesco Pistone			

Livorno - Via Aristide Nardini 31, 57125



## Sommario

<b>1 MATERIALI IMPIEGATI</b>	<b>1</b>
<b>1.1 CANALE A SEZIONE APERTA IN CEMENTO ARMATO</b>	<b>1</b>
1.1.1 CALCESTRUZZO	1
1.1.2 ARMATURA	1
<b>1.2 PONTE DI VIA TOTI</b>	<b>2</b>
1.2.1 CALCESTRUZZO OPERA E LASTRE PREFABBRICATE	2
1.2.2 ARMATURA	2
<b>1.3 PARATIE</b>	<b>2</b>
1.3.1 CALCESTRUZZO PALI CFA	2
1.3.2 CALCESTRUZZO CORDOLO SUPERIORE E TRAVE DI CONTRASTO TIRANTI	3
1.3.3 ARMATURA	4
1.3.4 MALTA INIEZIONE MICROPALI E TIRANTI	4
1.3.5 ACCIAIO MICROPALI, TRAVI DI CONTRASTO E PIASTRAME	4
1.3.6 ACCIAIO TIRANTI IN TREFOLI	4
<b>1.4 ELEMENTI DELLO SCANNAFOSSO PER L’ISPEZIONE DEI TIRANTI</b>	<b>4</b>
1.4.1 CALCESTRUZZO	4
1.4.2 ARMATURA	5

## 1 MATERIALI IMPIEGATI

### 1.1 CANALE A SEZIONE APERTA IN CEMENTO ARMATO

#### 1.1.1 CALCESTRUZZO

Si utilizza un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza C 32/40      Classe di consistenza S4  
Diametro massimo aggregato 10 mm

*Indicazioni composizione calcestruzzo*

Deve essere utilizzato cemento idraulico

rapporto  $a/c_{max}$  0,50      contenuto minimo di cemento 320 daN/m<sup>3</sup>

L'impiego di eventuali additivi deve essere concordato con la direzione lavori

*Durabilità*

Si assume una classe di esposizione XC4 corrosione indotta da carbonatazione, ambiente ciclicamente secco e bagnato e XS1 corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare, ambiente atmosfera salina

classe di esposizione XC4, XS1      copriferro minimo 40 mm

*Caratteristiche meccaniche (unità di misura daN/cm<sup>2</sup>)*

Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck}$	400,00
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	332,00
Resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	412,00
Resistenza media trazione classe < C50/60	$f_{ctm}$	30,99
Resistenza caratteristica trazione	$f_{ctk}$	21,69
Resistenza media trazione per flessione	$f_{ctm}$	37,19
Modulo elastico	$E_{cm}$	336.428
Coefficiente sicurezza	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente azione lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Condizione buona aderenza	$\eta_1$	1,00
Condizione non buona aderenza	$\eta_1$	0,70
Barre diametro $\leq 32$ mm	$\eta_2$	1,00
Resistenza calcolo compressione	$f_{cd}$	188,13
Elementi spessore < 5 cm	$f_{cd,rid}$	150,51
Resistenza calcolo trazione	$f_{ctd}$	14,46
Elementi spessore < 5 cm	$f_{ctd,rid}$	11,57
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(B)	$f_{bk}$	48,81
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(C)	$f_{bk}$	34,17
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(B)	$f_{bd}$	32,54
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(C)	$f_{bd}$	22,78

#### 1.1.2 ARMATURA

Acciaio per cemento armato B450C

ad aderenza migliorata saldabile

*Caratteristiche meccaniche (unità di misura daN/cm<sup>2</sup>)*

Tensione nominale caratteristica snervamento	$f_{ynom}$	4.500,0
Tensione nominale caratteristica rottura	$f_{tnom}$	5.400,0
Tensione caratteristica snervamento	$f_{yk} >$	4.500,0
Tensione caratteristica rottura	$f_{tk} >$	5.400,0
	$(f_t/f_y)_k >$	1,15
	$(f_t/f_y)_k <$	1,35
	$(f_y/f_{ynom})_k <$	1,25
Allungamento	$(A_{gt})_k >$	7,5%
Coefficiente sicurezza	$\gamma_s$	1,15
Resistenza calcolo acciaio	$f_{yd}$	3.913,0

## 1.2 PONTE DI VIA TOTI

### 1.2.1 CALCESTRUZZO OPERA E LASTRE PREFABBRICATE

Si utilizza un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza C 32/40      Classe di consistenza S4  
Diametro massimo aggregato 10 mm

*Indicazioni composizione calcestruzzo*

Deve essere utilizzato cemento idraulico

rapporto  $a/c_{max}$  0,50      contenuto minimo di cemento 320 daN/m<sup>3</sup>

L'impiego di eventuali additivi deve essere concordato con la direzione lavori

*Durabilità*

Si assume una classe di esposizione XC4 corrosione indotta da carbonatazione, ambiente ciclicamente secco e bagnato e XS1 corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare, ambiente atmosfera salina

classe di esposizione XC4, XS1      copriferro minimo 40 mm

*Caratteristiche meccaniche (unità di misura daN/cm<sup>2</sup>)*

Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck}$	400,00
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	332,00
Resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	412,00
Resistenza media trazione classe < C50/60	$f_{ctm}$	30,99
Resistenza caratteristica trazione	$f_{ctk}$	21,69
Resistenza media trazione per flessione	$f_{ctm}$	37,19
Modulo elastico	$E_{cm}$	336.428
Coefficiente sicurezza	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente azione lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Condizione buona aderenza	$\eta_1$	1,00
Condizione non buona aderenza	$\eta_1$	0,70
Barre diametro $\leq 32$ mm	$\eta_2$	1,00
Resistenza calcolo compressione	$f_{cd}$	188,13
Elementi spessore < 5 cm	$f_{cd,rid}$	150,51
Resistenza calcolo trazione	$f_{ctd}$	14,46
Elementi spessore < 5 cm	$f_{ctd,rid}$	11,57
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(B)	$f_{bk}$	48,81
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(C)	$f_{bk}$	34,17
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(B)	$f_{bd}$	32,54
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(C)	$f_{bd}$	22,78

### 1.2.2 ARMATURA

Vedi quanto riportato per il canale a sezione aperta in cemento armato

## 1.3 PARATIE

### 1.3.1 CALCESTRUZZO PALI CFA

Si utilizza un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza C 25/30      Classe di consistenza S4  
Diametro massimo aggregato 10 mm

*Indicazioni composizione calcestruzzo*

Deve essere utilizzato cemento idraulico

rapporto  $a/c_{max}$  0,60      contenuto minimo di cemento 280 daN/m<sup>3</sup>

L'impiego di eventuali additivi deve essere concordato con la direzione lavori

### Durabilità

Si assume una classe di esposizione XC2, tipica delle fondazioni, in quanto i pali se si escludono i mesi iniziali della fase costruttiva sono sempre immersi nel terreno e non sono a contatto con l'atmosfera per tutta la durata di vita dell'opera, quindi appare lecito considerare tale classe di esposizione, del resto la stessa normativa vigente *NTC 2018* *paragrafo 2.2.6 Verifiche* dice " *Laddove necessario, la struttura deve essere verificata nelle fasi intermedie, tenuto conto del processo costruttivo previsto; le verifiche per queste situazioni transitorie sono generalmente condotte nei confronti dei soli stati limite ultimi*" quindi per la fase costruttiva, la norma non considera le verifiche agli stati limite di esercizio legati alla durabilità, considerandole invece per la fase finale che interessa la vita nominale.

classe di esposizione XC2, copriferro minimo 40 mm

Caratteristiche meccaniche (unità di misura daN/cm<sup>2</sup>)

Resistenza caratteristica cubica	R <sub>ck</sub>	300,00
Resistenza caratteristica cilindrica	f <sub>ck</sub>	249,00
Resistenza cilindrica media	f <sub>cm</sub>	329,00
Resistenza media trazione classe < C50/60	f <sub>ctm</sub>	25,58
Resistenza caratteristica trazione	f <sub>ctk</sub>	17,91
Resistenza media trazione per flessione	f <sub>ctm</sub>	30,70
Modulo elastico	E <sub>cm</sub>	314.472
Coefficiente sicurezza	γ <sub>c</sub>	1,50
Coefficiente azione lunga durata	α <sub>cc</sub>	0,85
Condizione buona aderenza	η <sub>1</sub>	1,00
Condizione non buona aderenza	η <sub>1</sub>	0,70
Barre diametro ≤ 32 mm	η <sub>2</sub>	1,00
Resistenza calcolo compressione	f <sub>cd</sub>	141,10
Elementi spessore < 5 cm	f <sub>cd,rid</sub>	112,88
Resistenza calcolo trazione	f <sub>ctd</sub>	11,94
Elementi spessore < 5 cm	f <sub>ctd,rid</sub>	9,55
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(B)	f <sub>bk</sub>	40,29
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(C)	f <sub>bk</sub>	28,20
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(B)	f <sub>bd</sub>	26,86
Resistenza tangenziale caratterist. aderenza(C)	f <sub>bd</sub>	18,80

### 1.3.2 CALCESTRUZZO CORDOLO SUPERIORE E TRAVE DI CONTRASTO TIRANTI

Si utilizza un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza C 32/40 Classe di consistenza S4  
Diametro massimo aggregato 10 mm

Indicazioni composizione calcestruzzo

Deve essere utilizzato cemento idraulico

rapporto a/c<sub>max</sub> 0,50 contenuto minimo di cemento 320 daN/m<sup>3</sup>

L'impiego di eventuali additivi deve essere concordato con la direzione lavori

### Durabilità

Si assume una classe di esposizione XC4 corrosione indotta da carbonatazione, ambiente ciclicamente secco e bagnato e XS1 corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare, ambiente atmosfera salina

classe di esposizione XC4, XS1 copriferro minimo 40 mm

Si fa notare che per le travi di contrasto, essendo immerse nel terreno, si sarebbe potuto utilizzare una classe di esposizione meno gravosa esempio XC2 ma per conferire maggiore resistenza all'elemento dell'opera si è scelto tale classe.

Per le caratteristiche meccaniche vale quanto riportato per il manufatto ad U

**1.3.3 ARMATURA**

Vedi quanto riportato per il manufatto ad U

**1.3.4 MALTA INIEZIONE MICROPALI E TIRANTI**

Per la malta di iniezione sia dei micropali che dei tiranti si assumono le seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza C 25/30      Classe di consistenza S5  
Diametro massimo aggregato 5 mm

**Durabilità**

Per la malta di iniezione, si assume una classe di esposizione XC2.

Per le caratteristiche meccaniche si fa riferimento a quanto visto per il calcestruzzo del manufatto ad U

**1.3.5 ACCIAIO MICROPALI, TRAVI DI CONTRASTO E PIASTRAME**

Per i micropali, le travi di contrasto e piastrame viene utilizzato un acciaio S 355

*Caratteristiche meccaniche (unità di misura daN/cm<sup>2</sup>)*

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	3.550,0
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	5.100,0
Modulo elastico	E	2.100.000
Coefficiente sicurezza resistenza e stabilità	$\gamma_s$	1,05
Tensione calcolo per resistenza e stabilità	$f_{yd}$	3.381,0

**1.3.6 ACCIAIO TIRANTI IN TREFOLI**

Vengono utilizzati tiranti a 3 trefoli acciaio St Steel 1670/1860

*Caratteristiche meccaniche (unità di misura daN/cm<sup>2</sup>)*

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{pyk} >$	16.700,0
Tensione caratteristica di rottura	$f_{ptk} >$	18.600,0
Allungamento sotto carico massimo	$(A_{gt})_k >$	3,5%
Coefficiente sicurezza	$\gamma_s$	1,15
Resistenza calcolo acciaio	$f_{yd}$	14.520,0

**1.4 ELEMENTI DELLO SCANNAFOSSO PER L'ISPEZIONE DEI TIRANTI****1.4.1 CALCESTRUZZO**

Si utilizza un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza C 32/40      Classe di consistenza S4  
Diametro massimo aggregato 10 mm

**Indicazioni composizione calcestruzzo**

Deve essere utilizzato cemento idraulico

rapporto a/c<sub>max</sub> 0,50      contenuto minimo di cemento 320 daN/m<sup>3</sup>

L'impiego di eventuali additivi deve essere concordato con la direzione lavori

**Durabilità**

Si assume una classe di esposizione XC4 corrosione indotta da carbonatazione, ambiente ciclicamente secco e bagnato e XS1 corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare, ambiente atmosfera salina

classe di esposizione XC4, XS1      copriferro minimo 40 mm

Si fa notare che per le travi di contrasto, essendo immerse nel terreno, si sarebbe potuto utilizzare una classe di esposizione meno gravosa esempio XC2 ma per conferire maggiore resistenza all'elemento dell'opera si è scelto tale classe.

Per le caratteristiche meccaniche vale quanto riportato per il manufatto ad U

#### **1.4.2 ARMATURA**

Vedi quanto riportato per il canale a sezione aperta in cemento armato