REGIONE SICILIANA

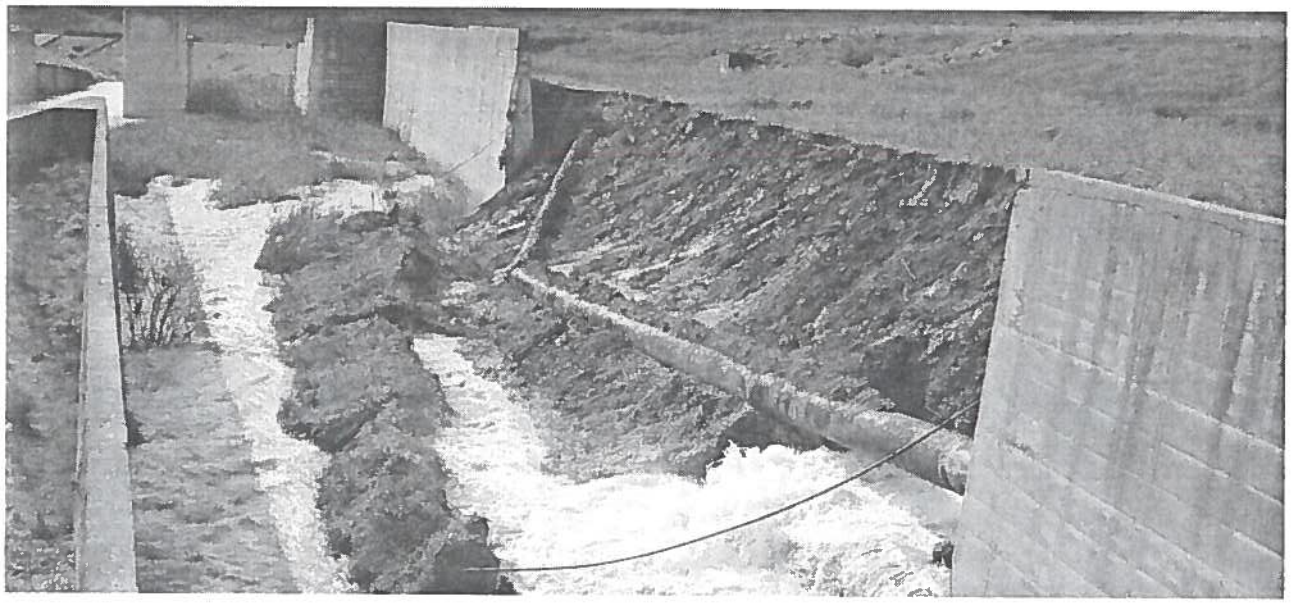
ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ
**DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'ACQUA E DEI RIFIUTI**
*Servizio IV: Gestione Infrastrutture per le Acque*
Viale Campania, 36/A, 90143 Palermo

**ACCORDO PROT.45419 DEL 31/10/2017**
*MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI* – DIREZIONE GENERALE PER LE DIGHE E LE INFRASTRUTTURE IDRICHE ED ELETTRICHE
*REGIONE SICILIANA* – DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'ACQUA E DEI RIFIUTI

**DELIBERA CIPE N°54/2016 – SCHEDA N°075: DIGA GIBBESI**

# Progetto per l'affidamento dei servizi di ingegneria relativi allo studio di rivalutazione sismica delle opere strutturali dell'impianto, alla progettazione esecutiva della manutenzione straordinaria della strada di collegamento casa di guardia – pozzo paratoie, allo studio interpretativo e alla progettazione esecutiva del riefficientamento della strumentazione di monitoraggio e controllo

## 10 – ALLEGATO B: EFFICIENTAMENTO STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO E CONTROLLO IN CORPO DIGA. RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA E STIMA DEI COSTI



Palermo, settembre 2018

Il Responsabile del Procedimento
*(ing. Antonino Mangagliotta)*

Il Dirigente del Servizio 4
*(ing. Francesco Greco)*

REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ
**DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'ACQUA E DEI RIFIUTI**
*Servizio IV: Gestione Infrastrutture per le Acque*
Viale Campania, 36/A, 90143 Palermo

ACCORDO PROT.45419 DEL 31/10/2017
MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI – REGIONE SICILIANA
**DELIBERA CIPE N°54/2016 – SCHEDA N°075: DIGA GIBBESI**

# Progetto per l'affidamento dei servizi di ingegneria relativi allo studio di rivalutazione sismica delle opere strutturali dell'impianto, alla progettazione esecutiva della manutenzione straordinaria della strada di collegamento casa di guardia – pozzo paratoie, allo studio interpretativo e alla progettazione esecutiva del riefficientamento della strumentazione di monitoraggio e controllo

## 10 – ALLEGATO B: Riefficientamento della strumentazione di monitoraggio e controllo in corpo diga. Relazione tecnico-illustrativa e stima dei costi

1. *Stato attuale delle misurazioni e della strumentazione geotecnica*
   Misure assestimetriche
   Pressioni neutre in corpo diga
   Misure piezometriche
2. *Intervento progettuale*
   Ripristino sezioni di misura inclinometriche-assestimetriche
   Controllo delle pressioni neutre in corpo diga e sui versanti
3. *Studio interpretativo dei dati*
4. *Stima dei costi dei lavori*

### 1. STATO ATTUALE DELLE MISURAZIONI E DELLA STRUMENTAZIONE GEOTECNICA

A seguito della richiesta del precedente Gestore (CB5 – Gela) di autorizzazione all'incremento della quota di invaso, prot.1854 del 27/12/2007, il RID – Ufficio Periferico di Palermo, con nota prot.29 del 08/01/2008, ha autorizzato l'invaso fino alla quota m 217,00 s.m., secondo step del Piano degli Invasi Sperimentali allegato alla predetta richiesta, "*subordinando l'autorizzazione ai successivi gradini di invaso previsti nel programma alla verifica del regolare comportamento dell'opera*".

La verifica del comportamento dell'opera si attua mediante il rispetto delle attività di controllo e monitoraggio strumentale prescritte nel Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione dell'opera (F.C.E.M.); criticità successive, tra cui i crolli di parte dei muri andatori della vasca di dissipazione, hano interrotto l'attuazione degli Invasi Sperimentali e svuotato del tutto l'invaso (quota max autorizzata attuale m 212,50 s.m.).

Il vigente F.C.E.M., revisionato a febbraio 2009 ed approvato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti – Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche con prot.2876/RV del 24/03/2009, prevede la seguente strumentazione e i seguenti controlli in corpo diga:

| *Deformazioni/spostamenti* | *Frequenza* | *Strumentazione* | *Misura* |
|---|---|---|---|
| Spostamenti planimetrici | Mensile | Punti M1 – M2 sul coronamento | Collimazione |
| Spostamenti planimetrici | Mensile | n°14 punti | Stazione totale |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spostamenti altimetrici | Mensile | n°12 punti e n°9 assestimetri | Livellazione |
| Deformazioni verticali | Semestrale | n°9 assestimetri | Rilievo assestimetrico |

MISURE ASSESTIMETRICHE

In corpo diga sono installati n°9 assestimetri telescopici tipo SBR, con lettura mediante sonda elettromagnetica, profondi fino al terreno di fondazione, posti secondo n°03 sezioni strumentate (misure da verificare):

| *SEZIONE* | *assestimetro* | *posizione* | *testa [m]* | *fondo [m]* | *lunghezza [m]* | *fondo diga [m]* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A3 | coronamento | 236.00 | 192.15 | 43.85 | 198.00 |
| | A2 | prima berma valle | 228.50 | 197.06 | 31.44 | 203.70 |
| | A1 | seconda berma valle | 221.00 | 197.35 | 23.65 | 204.20 |
| B | B3 | coronamento | 236.00 | 204.35 | 31.65 | 185.80 |
| | B2 | prima berma valle | 228.50 | 201.70 | 26.80 | 192.50 |
| | B1 | seconda berma valle | 221.00 | 186.70 | 34.30 | 192.80 |
| C | C3 | coronamento | 236.00 | 192.87 | 43.13 | 199.40 |
| | C2 | prima berma valle | 228.50 | 198.40 | 30.10 | 204.80 |
| | C1 | seconda berma valle | 221.00 | 201.33 | 19.67 | 209.00 |

A causa delle alterne vicende gestionali, non si dispone di una serie storica di dati, né questo Dipartimento, dal 2010, ha potuto avviare una campagna sistematica di misure, a causa del mancato funzionamento della centralina originaria, il modello "C132" della ditta SIS GEOTECNICA di Milano, da diversi anni fuori produzione.

Vani diversi tentativi di riparazione, con Decreto del Dirigente del Servizio n°240 del 04/03/2011, il Gestore ha noleggiato la centralina di misura modello "BRS C121" della SISGEO di Masate (ditta che ha ereditato il know-how della SIS GEOTECNICA); le prove di misurazione si sono svolte a metà di aprile 2011 ed hanno dato esito negativo.

Stesso esito ha dato l'impiego estemporaneo dei gruppi di lettura elettromagnetici in esercizio nelle dighe Sciaguana e Lentini.

PRESSIONI NEUTRE IN CORPO DIGA

In corpo diga sono installate n°12 celle piezometriche del tipo a corda vibrante, disposte su n°3 sezioni strumentate: n°5 nella sezione strumentata A – sinistra idraulica (A1, A2, A3, A4, A5); n°4 nella sezione strumentata B – sezione maestra della diga (B1, B2, B3, B4); n°3 nella sezione strumentata C – destra idraulica (C1, C2, C3).

Le misure vengono acquisite ed elaborate in automatico dal sistema ubicato in casa di guardia. Limitatamente al periodo degli invasi sperimentali, è prescritto che le letture abbiano frequenza giornaliera (nota SND n°SDI/1417 del 01/03/1995).

| Sezione | Cella | Quota (m s.m.) |
|---|---|---|
| A | A1 | 210.00 |
| | A2 | 216.00 |
| | A3 | 222.00 |
| | A4 | 226.00 |
| | A5 | 218.00 |
| B | B1 | 206.00 |
| | B2 | 214.00 |
| | B3 | 222.00 |
| | B4 | 226.00 |
| C | C1 | 210.00 |
| | C2 | 216.00 |
| | C4 | 226.00 |

La serie storica dei dati acquisiti è incompleta (ripetuti guasti sistematici) ed inattendibile; i valori non sono coerenti con le pressioni totali alla relativa quota e, com'è noto, questi strumenti richiedono una frequente ricalibrazione del sistema trasduttore, ammesso che la cella posizionata in quota sia stata installata a perfetta regola d'arte e funzionante.

MISURE PIEZOMETRICHE

I livelli di falda vengono rilevati attraverso una rete di piezometri Casagrande (sponda sinistra e sponda destra) e piezometri a tubo aperto (valle diga), dove le letture avvengono manualmente.

| *ubicazione* | *piezometro* | *Tipo* | *Quota bocca foro (m s.m.)* | *Quota fondo foro (m s.m.)* |
|---|---|---|---|---|
| Sponda destra | Pd1 (a/b) | Casagrande | 242.98 | |
| | Pd2 (a/b) | Casagrande | 243.63 | |
| | Pd3 (a/b) | Casagrande | 242.17 | |
| | Pd4 (a/b) | Casagrande | 251.53 | |
| | Pd5 (a/b) | Casagrande | 232.79 | |
| | Pd6a (a/b) | Casagrande | 234.63 | |
| | Pd6b (a/b) | Casagrande | 234.58 | |
| | Pd7 (a/b) | Casagrande | 239.75 | |
| | Pd8 (a/b) | Casagrande | 244.34 | |
| | Pd9 | Casagrande | 246.11 | |
| Sponda sinistra | Ps1 | Casagrande | 236.88 | |
| | Ps2 | Casagrande | 236.58 | |
| | Ps3 | Casagrande | 236.80 | |
| | Ps4 | Casagrande | 234.45 | |
| | Ps5 | Casagrande | 234.46 | |
| Valle diga | Pv1 | Tubo aperto | 230.73 | |
| | Pv2 | Tubo aperto | 225.28 | |
| | Pv3 | Tubo aperto | 210.69 | |
| | Pv4 | Tubo aperto | 207.71 | |
| | Pv5 | Tubo aperto | 207.76 | |
| | Pv6 | Tubo aperto | 223.75 | |
| | Pv7 | Tubo aperto | guasto | |
| | Pv8 | Tubo aperto | 227.92 | |
| | Pv9 | Tubo aperto | 229.17 | |

*Occorre prevedere l'installazione di nuovi tubi piezometrici in sinistra idraulica ed oltre sponda destra, dove, all'aumentare della quota di invaso, può verificarsi l'inondazione di aree depresse a confinare con l'attuale limite massimo dello specchio d'acqua.*

## 2. INTERVENTO PROGETTUALE

RIPRISTINO SEZIONI DI MISURA ASSESTIMETRICHE-INCLINOMETRICHE

Il ripristino delle sezioni di misura assestimetriche-inclinometriche avviene mediante la realizzazione di fori di misura ex-novo accanto a quelli esistenti e della stessa lunghezza, in modo, comunque, da raggiungere il terreno di fondazione. L'integrazione della strumentazione riguarda la possibilità di impiegare gli stessi fori per le misure inclinometriche.

In considerazione dell'avvenuto esaurirsi della consolidazione primaria, in sede di progetto, si possono assumere i seguenti intervalli di misurazione:

- coronamento (A3, B3, C3) m 3,00
- prima berma (A2, B2, C2) m 2,00
- seconda berma (A1, B1, C1) m 2,00

Le letture inclinometriche potrebbero essere effettuate con step 1 m.

La possibilità di effettuare misure inclinometriche ed assestimetriche con i medesimi fori, deriva dall'adozione di particolari accorgimenti tecnici esistenti in mercato. Una volta realizzato il foro, si collocano i tubi inclinometrici, giuntati ed allineati da speciali manicotti; gli anelli magnetici di rilevamento assestimetrico (punti di misura) vengono progressivamente montati all'esterno dei tubi e non interferiscono con il transito della sonda inclinometrica. Le precisioni di misura devono essere superiori ai valori minimi (di tolleranza) indicati nel F.C.E.M. Dettagli costruttivi saranno argomento della progettazione esecutiva.
CONTROLLO DELLE PRESSIONI NEUTRE IN CORPO DIGA E SUI VERSANTI
Si prevede l'installazione di Piezometri Casagrande e di Piezometri a Tubo Aperto sul coronamento (n°5), in spalla sinistra (n°5), su sponda destra (n°5).

## 3. STUDIO INTERPRETATIVO DEI DATI

La progettazione definitiva e la progettazione esecutiva, da sottoporre entrambi al parere dell'Autorità di Vigilanza, devono essere preceduti dallo studio dei dati di pressione di falda in corpo diga disponibili, correlati con l'andamento dei livelli di invaso, con quelli di pioggia e con quelli delle perdite, ed eventualmente, anche con i dati geotecnici e topografici disponibili.
Questa attività, a partire dal reperimento dei dati, sia in questo Dipartimento, sia presso il precedente Gestore, deve produrre un modello interpretativo sul comportamento del sistema diga-versanti rispetto alle pressioni neutre e ai conseguenti livelli di falda in corpo diga.
Tale relazione, altamente specialistica (geotecnica), impegna l'operatore incaricato in:

- raccolta dati;
- digitalizzazione dati;
- costruzione delle sezioni strumentate;
- tabelle e diagrammi;
- redazione finale del modello interpretativo;

Con riferimento al DM 17/06/2016 "*Approvazione delle Tabelle dei corrispettivi commisurati a livello qualitativo delle prestazioni di progettazione adottato ai sensi dell'art. 24, comma 8 del Codice*", in caso di prestazioni non ricomprese nelle tavole allegate al decreto, si fa ricorso al criterio di analogia, oppure, qualora risulti impossibile applicare detto criterio, il corrispettivo va determinato in ragione di ora (cd. "vacazioni"), sulla base del presumibile impegno richiesto, come da tabella che segue:
Corrispettivi per prestazioni non determinabili

- Professionista incaricato da 50 a 75 €/ora
- Aiutante iscritto all'albo da 37 a 50 €/ora
- Aiutante di concetto da 30 a 37 €/ora

La definizione del concreto importo all'interno della forbice stabilita dal decreto è rimessa ad una valutazione discrezionale del committente pubblico basata sull'importanza della prestazione.

| | prezzo/h | giorni | ore/giorno | ore | prezzo |
|---|---|---|---|---|---|
| professionista incaricato | 75 | 24 | 6 | 144 | € 10.800 |
| aiutante iscritto | 40 | 6 | 6 | 36 | € 1.440 |
| aiutante di concetto | 30 | 1 | 4 | 4 | € 120 |
| | | | | | € 12.360 |

Oneri accessori e spese nella misura di poco più del 5%, pari a € 640,00
Il corrispettivo è determinato in **€ 13.000,00** (tredicimila/00), oltre IVA.

## 4. STIMA DEI COSTI DEI LAVORI

Ai fini della determinazione degli oneri connessi all'affidamento ad operatori professionali esterni della progettazione esecutiva in argomento, i lavori sono stimati come di seguito:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | approntamento e spostamento sonda | € 3.000 |
| 1 | esecuzione di fori | € 69.000 |

| | | |
|---|---|---|
| 2 | tubo inclino-estensimetrico completo accessori | € 21.000 |
| 3 | sistema di rilevazione inclino-estensimetrico | € 22.000 |
| 4 | installazione tubo aperto e casagrande | € 17.500 |
| 5 | protezione fori | € 3.500 |
| 6 | oneri specifici della sicurezza | € 4.000 |
| 7 | campioni indisturbati e prove di laboratorio | € 5.000 |
| | **Sommano** | **€ 145.000** |

Centoquarantacinquemila/00 euro, importo comprensivo degli oneri della sicurezza.

Palermo, settembre 2018

Il Responsabile del Procedimento
*Ing. Antonino Margagliotta*