REGIONE SICILIANA

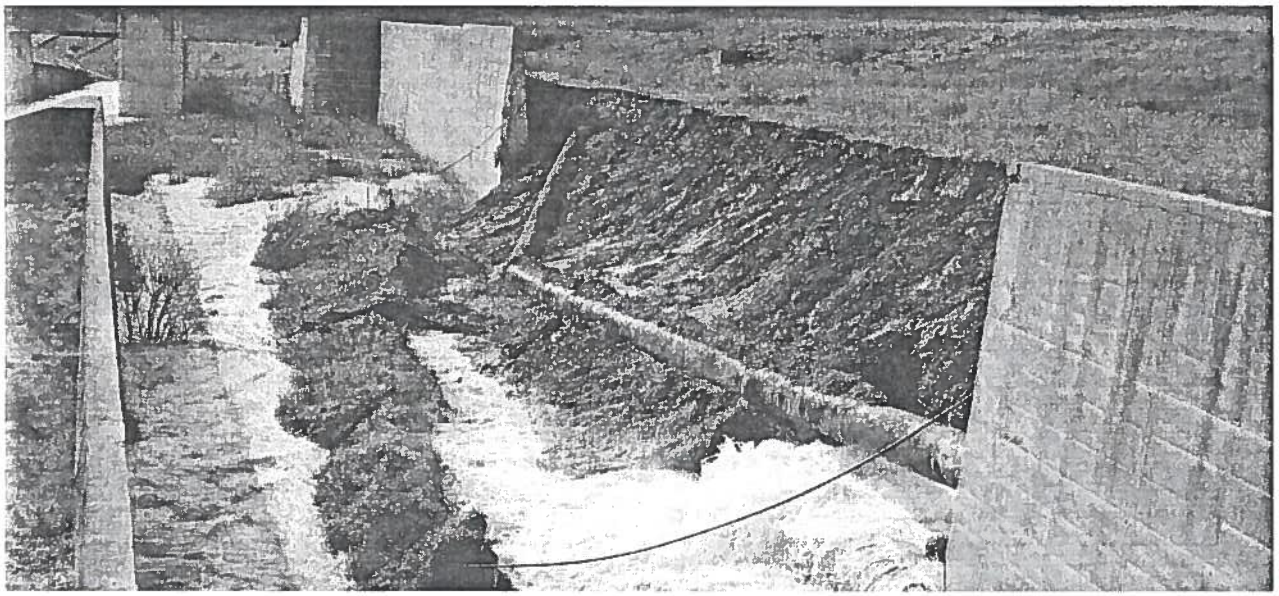
ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ
DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'ACQUA E DEI RIFIUTI
Servizio IV: Gestione Infrastrutture per le Acque
Viale Campania, 36/A, 90143 Palermo

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

2 – SCHEDA TECNICA DI SINTESI DELLA DIGA E DEGLI IMPIANTI



Palermo, settembre 2018

Il Responsabile del Procedimento
(ing. Antonino Margagliotta)

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

2 – SCHEDA TECNICA DI SINTESI DELLA DIGA E DEGLI IMPIANTI

1. Sbarramento
2. Bacino imbrifero
3. Opere accessorie principali
4. Strumentazione di monitoraggio e controllo
5. Interrimento
6. Documentazione tecnica di supporto

1. Sbarramento

La diga è del tipo in materiali sciolti con nucleo di tenuta centrale e struttura zonata.
Planimetricamente essa presenta un andamento mistilineo con sviluppo complessivo al coronamento di 607 m circa. La sommità del rilevato, larga 8,00 m, è posta alla quota 236,00 m s.m., con altezza totale dello sbarramento di 46,00 m. I paramenti di monte e di valle, entrambi rincalzati da colmate al piede, sono caratterizzati da pendenze variabili tra 6/1 e 2/1. La struttura interna del rilevato è costituita da un nucleo centrale in limi argillosi, con larghezza minima, in sommità, di 4,50 m ed i paramenti inclinati di 1/4, immorsato mediante un taglione nelle argille di base. A ridosso del nucleo sono disposti, verso monte, una transizione in calcarenite e, verso valle, un filtro a tre strati, con granulometria crescente. Sia la transizione che i filtri ricoprono anche la superficie d'imposta. Entrambi i rinfianchi sono realizzati in materiale calcareo, tout-venant nella parte interna e selezionato verso i paramenti. In particolare sul lato di monte si è effettuata la posa di materiale calcareo a permeabilità crescente verso il paramento, protetto da uno strato di scogliera con spessore di 1,00 m. Il paramento di valle è invece rivestito con manto erboso.
Di seguito si riportano i dati principali dello sbarramento e dell'invaso, desunti dal progetto approvato:

Dati principali della diga

Altezza della diga (D.M. del 24/3/1982)	46,00 m
Altezza della diga (L. 584/1994)	30,00 m
Altezza di massima ritenuta	31,50 m
Quota di coronamento	236,00 m s.m.
Franco (D.M. n. 44 del 24/3/1982)	4,50 m
Franco netto (D.M. n. 44 del 24/3/1982)	4,01 m
Sviluppo del coronamento	607,00 m
Volume della diga	1.720.000 m^3

Grado di sismicità (S) assunto in progetto	9
Classifica ai sensi del D.M. n. 44 del 24/03/1982	B-b

Dati principali dell'invaso

Quota di massimo invaso	231,50 m s.m.
Quota massima di regolazione	229,00 m s.m.
Quota minima di regolazione	219,00 m s.m.
Superficie specchio liquido quota di massimo invaso	1,29 Km^2
Superficie specchio liquido quota di max regolazione	1,13 Km^2
Superficie specchio liquido quota di minima regolazione	0,35 Km^2
Volume totale di invaso (D.M. 24/3/1982)	$14,0 \times 10^6$ m^3
Volume di invaso (L. 584/1994)	$11,4 \times 10^6$ m^3
Volume utile di regolazione	$7,9 \times 10^6$ m^3
Volume di laminazione	$2,6 \times 10^6$ m^3
Superficie bacino imbrifero sotteso	116,00 Km^2
Portata di massima piena di progetto	1400 m^3/s
Tempo di ritorno	1000 anni

Con riferimento a quanto di seguito detto rispetto alla geologia del bacino, la zona d'imposta ricade quasi interamente nei terreni argillosi e marnosi pertinenti alla formazione dell'olistostroma e nelle alluvioni di fondovalle, con una ristretta fascia di argille tortoniane in spalla sinistra. I pendii sono interessati da un mantello di alterazione eluvio-colluviale che ingloba anche frammenti di rocce rigide di varie facies provenienti dalla copertura detritica situata ai piedi delle emergenze sovrastanti. Nella sezione geologica longitudinale si è evidenziata la distribuzione sia del mantello eluvio-colluviale, sia delle alluvioni di fondovalle. Sulla spalla sinistra tale strato di alterazione è molto ridotto o assente, essendo su questo lato della valle più attive le azioni di erosione e di dilavamento. Essa non presenta quindi problemi di sorta da un punto di vista statico, anzi offre una situazione favorevole anche per il fatto che vi affiorano marne zonate con strati a giacitura quasi verticale. In spalla destra il mantello di copertura è molto potente e la morfologia lascia adito alle ipotesi di colamenti in età non remotissima. Al fine di assicurare una valida e sicura protezione contro ogni eventuale fenomeno di rilassamento della coltre argillosa di alterazione si è realizzata, su questa sponda ed anche a monte delle zone di immorsamento dello sbarramento, un'adeguata bonifica del terreno di copertura e la realizzazione di una mantellata in calcare tout-venant.
La tenuta è assicurata essendo le formazioni argillose assolutamente impermeabili su tutta l'imposta della diga ed anche in corrispondenza delle spalle.

2. Bacino imbrifero

Il bacino imbrifero della diga Gibbesi, alla sezione di sbarramento, è di circa 1160 km2 e ricade nei territori comunali di Naro, Canicattì, Delia, e Sommatino.
Rispetto alla modulazione dell'onda di piena, la diga non ha bacini allacciati.

3. Opere accessorie principali

Potenzialità dello scarico di superficie..... 1290,00 m^3/s
Potenzialità dello scarico di fondo..... 110,00 m^3/s
Le opere di scarico sono realizzate in sponda sinistra dell'invaso, ove le condizioni geotecniche delle argille di base sono migliori.
Lo scarico di superficie è costituito da due sfioratori a calice affiancati, del diametro di 29,00 m ciascuno, ubicati in corrispondenza di un'incisione a monte della diga.

I calici sono seguiti da due gallerie circolari di 8,00 m di diametro ciascuna; quella di sinistra è lunga 621,00 m, mentre quella di destra è lunga 597,00 m.
Lo scarico di fondo imbocca a quota 213,00 m s.m. e si sviluppa quindi con una galleria circolare di 6,00 m di diametro e della lunghezza di 470 m circa, al termine della quale si innesta lo sfioratore a calice di destra.
Il dimensionamento degli scarichi di superficie consente di evacuare la portata millenaria di 1380 m^3/s senza ingolfamento, sfruttando anche la capacità di laminazione del serbatoio.
Le gallerie sono state realizzate quasi esclusivamente a foro cieco, con scavo a sezione piena, eccettuati alcuni brevissimi tratti all'imbocco ed allo sbocco, in cui si è proceduto in artificiale.
La derivazione si effettua a mezzo di una condotta di presa di diametro DN 900 posta all'interno della galleria dello scarico di fondo, a partire dalla camera delle paratoie. La tubazione è sostenuta al di sotto dell'intradosso della calotta da putrelle metalliche ammorsate nella struttura portante della galleria.
Le opere di scarico comprendono anche una vasca di dissipazione lunga 60,00 m e larga 42,00 m, in cui vengono riversate le acque provenienti dalla gallerie di destra e di sinistra, ed il canale di restituzione. Particolare cura progettuale è stata posta nella realizzazione di quest'ultimo, infatti l'ampia ansa trasversale che il torrente Gibbesi presenta ortogonalmente alla vasca impone di accompagnare la corrente per una certa lunghezza prima di restituirla all'alveo naturale. Il canale, rivestito in lastre di c.a., ha forma trapezia, con un primo tratto di raccordo con la vasca di dissipazione, e si estende per 351 m circa.
La casa di guardia_è un edificio interamente realizzato con struttura portante intelaiata e setti in c.a. e si trova in posizione centrale nel piazzale che domina lo sbarramento, in sinistra idraulica rispetto a quest'ultimo. A base rettangolare di dimensioni massime m 14,05 x m 14,95 organizzato su n. 2 livelli (piano terra e piano primo), ha un'organizzazione spaziale e funzionale simmetrica: il piano terra destinato a magazzino, ricovero attrezzi ed officina, il primo piano alle attività lavorative e alle funzionalità logistiche dei guardiani.
La strada di collegamento tra il piazzale casa di guardia e il piazzale della torre di presa si sviluppa per una lunghezza di circa m 2.150, con andamento iniziale particolarmente tortuoso, e la seconda parte, con pendenze negative, più facilmente percorribile, accompagnata da opere d'arte di modesta entità, è larga quasi sempre m 4,00 ed è costituita da fondazione in tout-venant – poggiante, nelle sezioni in trincea, su uno strato di bonifica di sabbia anticapillare spesso cm 15 - e sovrastanti strati di conglomerato bituminoso; oltre ai piazzali iniziale e finale, sono presenti n°3 piazzali di sosta.

4. Strumentazione di monitoraggio e controllo

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	mire 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

In corpo diga sono installati n°09 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.
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.

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 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.
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.)*
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

5. Interrimento

Non ci sono batimetrie disponibili, né passate, né recenti.

Recenti studi consentono di stimare il volume medio solido annuo sedimentale mediante formule semiempiriche che, in ogni caso, considerano parametri fisici sa misurare sul lago in questione, di cui oggi non si dispone (Metodo dell'invaso variabile ((*Bordland*, 1971); Metodo della riduzione delle aree (*Bordland & Miller*, 1958; *Lara,* 1962); Metodo della durata dei livelli di invaso (*Lara*, 1962)).

Per i grandi invasi siciliani, il Dipartimento di Idraulica dell'Università di Palermo suggerisce di effettuare una prima stima della frazione mensile del volume di interrimento (VMI) attraverso la seguente formula:

$$VMI = \frac{S*0,5}{12}$$

Dove S = superficie del bacino = 116 km^2

VMI = 4800 m^3

Il coefficiente utilizzato (0,5) è sufficiente a tenere conto del notevole grado di erodibilità del suolo che riveste il bacino. Il P.A.I Sicilia – Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico – (redatto ai sensi dell'art.1 del D.L. 180/89 e ss.mm.ii.) in merito ai fenomeni di dissesto che interessano il bacino del fiume Imera Meridionale, si esprime in questi termini "[...] *processi dinamici che agiscono nel modellamento dei versanti sono strettamente connessi ai fenomeni di intensa erosione, specialmente ad opera delle acque, che risultano in parecchi casi propedeutici al verificarsi di veri e propri movimenti franosi. Ciò è legato essenzialmente al netto prevalere di sedimenti di natura argillosa, argillo-marnosa, argillo-silto-sabbiosa che costituiscono oltre il 50% degli affioramenti nell'intera area del bacino, in concomitanza alla scarsa o assente copertura vegetale, all'acclività dei versanti ed alla loro esposizione [...]".*

La consistenza dei dati storici mostra che la diga, conclusa nel 1992, è stata in esercizio, fino ad oggi, per complessivi n°42 mesi (dal maggio 2004 al settembre 2006: n°29 mesi; dal settembre 2007 al febbraio 2011: n°71; il massimo volume di interrimento, si può stimare, di conseguenza, in 340.000 m^3, pari a circa il 4% del volume utile di regolazione (7,9 Mm^3).

[ITCOLD – Italia considera "privi di interrimento" i serbatoi per i quali si stima una diminuzione del volume effettivo di invaso potenziale del 5%].

6. Documentazione tecnica di supporto

All'avvio del servizio, la stazione appaltante provvederà a fornire e/o a rendere disponibile per l'eventuale consultazione in formato cartaceo e, dove possibile, anche in versione digitale la seguente documentazione tecnica completa dei relativi elaborati:

1) Progetto esecutivo "sbarramento ed opere".
2) Varianti in corso d'opera "sbarramento ed opere".
3) Disegni ed elaborati economici relativi alla contabilità "sbarramento ed opere".
4) Serie storica dei bollettini mensili predisposti come da F.C.E.M.
5) Relazione sulle indagini e sulle prove di laboratorio - DISMAT – Dicembre 2015.
6) Report "Esecuzione di prelievi di campioni e prove per la caratterizzazione meccanica e dei ferri di armatura delle opere strutturali in c.c.a., ad eccezione della vasca di dissipazione" - CON.GEO srl - Luglio 2016.
7) Indagini di caratterizzazione geometrica, geosismica e meccanica della vasca di dissipazione - Sidercem srl - Giugno 2018.

Palermo, settembre 2018

Il redattore Responsabile del Procedimento
ing. Antonino Margagliotta