

REGIONE
PUGLIA



REGIONE
CAMPANIA



PROVINCIA DI AVELLINO



COMUNE DI MONTEVERDE



COMUNE DI AQUILONIA



PROGETTAZIONE
ESECUTIVA



**CONSORZIO PER LA BONIFICA DELLA
CAPITANATA
FOGGIA**

OPERA

**Interventi di manutenzione straordinaria e messa in sicurezza dighe
DIGA SAN PIETRO
INTERVENTI PER LA SICUREZZA FUNZIONALE E SISMICA**

ELAB.

ELABORATI GENERALI

A1a

Codifica Elaborato
DIG46.MIT.PI04.RG

RELAZIONE GENERALE

Fondo sviluppo e coesione 2014-2020 - Piano Operativo Infrastrutture - delibera CIPE 54/2016 e CIPE 12/2018
Asse Tematico D : Messa in sicurezza del patrimonio infrastrutturale esistente - Linea d'azione 4

PROGETTISTI

Ing. Nicola Scattarelli

Geol. Alfredo Pitullo

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Raffaele Fattibene

Ed.	Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Validazione
		Novembre 2022				

Scala:

Formato:

RELAZIONE DESCRITTIVA

1. PREMESSA

Con Delibera CIPE n. 12/2018 pubblicata sulla G.U. 3/08/2018 n. 179 è stato approvato un secondo Addendum al Piano Operativo Infrastrutture che assegna al settore dighe un ulteriore stanziamento di € 173.995.000,00 destinato ad incrementare le risorse già assegnate con la Delibera CIPE n. 54/2016 ed a finanziare nuovi interventi; tra questi ultimi ricade il progetto “Diga San Pietro interventi per la sicurezza funzionale e sismica” (Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020).

In particolare, con l’entrata in vigore del D.M. II. TT. 26 giugno 2014 si è reso necessario studiare il comportamento sismico dello sbarramento San Pietro e contemporaneamente aggiornare lo studio idraulico del 2006 dal quale si evincevano delle carenze dal punto di vista del franco netto.

Pertanto, al fine di eseguire gli studi necessari, il Consorzio per la Bonifica della Capitanata, nell’ambito del progetto “Monitoraggio e controllo sbarramento diga Marana Capacciotti”, (Delibera di Giunta Regionale n. 1871 del 17/11/2017 - programma regionale di interventi per l’attuazione della misura “Infrastrutture per la risorsa idrica” - Patto per la Puglia FSC 2014-2020 – Delibera CIPE n. 25/2016), in convenzione con le Università “La Sapienza” di Roma ed “Alma Mater Studiorum” di Bologna, ha affidato la redazione dello “Studio del Comportamento sismico delle Dighe in terra e delle opere accessorie” e dello “Studio Sismotettonico” dei siti su cui sono ubicati gli sbarramenti di San Pietro e Marana Capacciotti.

Con fondi propri reperiti nel bilancio consortile, è stato affidato al CUGRI (Consorzio Inter Universitario per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi – Uni. di Salerno e di Napoli “Federico II) lo studio relativo alla “Rivalutazione delle condizioni di sicurezza idraulica della Diga di San Pietro sull’Osento”.

Le risultanze dei suddetti studi hanno evidenziato che lo sbarramento San Pietro presenta le seguenti criticità:

- La passerella di collegamento tra la spalla destra dello sbarramento ed il pozzo di manovra ha criticità dal punto di vista statico;
- La casa di guardia necessita di interventi di rinforzo strutturale;
- Esiste una carenza di franco netto nei confronti della piena millenaria.

L’intervento progettato ha quindi avuto come finalità la risoluzione delle problematiche di natura statica riscontrate sulle opere accessorie ed il miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica.

2. DESCRIZIONE DELLO SBARRAMENTO SAN PIETRO

La diga di San Pietro sul torrente Osento in agro di Monteverde ed Aquilonia in provincia di Avellino è stata realizzata dal Consorzio per la Bonifica della Capitanata di Foggia con finanziamento della ex Cassa per il Mezzogiorno.

L’opera, realizzata negli anni 1958–1964, è costituita da uno sbarramento zonato in materiali sciolti che forma un lago artificiale della capacità massima pari a 17,70 Mmc d’acqua, destinato ai fabbisogni idrici per scopi irrigui, potabili ed industriali a servizio del Consorzio per la Bonifica della Capitanata di Foggia, del Consorzio Terre d’Apulia di Bari e del Consorzio Unico della Basilicata.

Il progetto esecutivo dell’opera è stato redatto negli anni ‘50 dall’ing. Giorgio Wetter, con la consulenza idraulica e geologica dei proff. ingg. Girolamo Ippolito e Vincenzo Cotecchia.

I lavori consegnati all’Impresa ASTALDI in data 02.04.1958 sono stati ultimati in data 25.10.1964.

Il Collaudo tecnico-amministrativo è avvenuto in data 05.03.1972 ed è stato approvato dalla Cassa per il Mezzogiorno con atto n. 42016 del 18.10.1973.

Il collaudo ai sensi del D.P.R. 01.11.1959 n. 1363 è stato approvato dal Ministero delle Infrastrutture – Direzione Generale per le Dighe, Infrastrutture Idriche ed Elettriche - con nota prot. n. 3521/R.U. del 06.05.2008.

Caratteristiche principali dello sbarramento

Quota coronamento	m.s.l.m.	446,80
Quota massimo invaso	m.s.l.m.	464,80
Quota massima di regolazione	m.s.l.m.	463,00
Volume totale invaso	mc	17,70 *10 ⁶
Volume utile di regolazione	mc	14,50 *10 ⁶
Altezza dello sbarramento	m	49,00
Altezza di massima ritenuta	m	41,80
Franco	m	2,00
Lunghezza coronamento	ml	450,00
Larghezza coronamento	ml	9,00
Grado di sismicità del sito assunto nel progetto	nessuno	
Grado di sismicità precedente alla O.P.C.M. n. 3274/2003	S = 12	
Classificazione sismica ai sensi della O.P.C.M. n. 3274/2003	Zona 1	
Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	kmq	70

La diga in materiali sciolti è zonata: il nucleo è costituito da terreni limo-argillosi di bassa plasticità, mentre i fianchi sono costituiti prevalentemente da terreni granulari (sabbie medie e ghiaie). Le curve granulometriche determinate sui campioni del corpo diga durante le fasi di costruzione hanno mostrato che i terreni del corpo diga possono in effetti suddividersi in due sole tipologie, nonostante la suddivisione effettuata sulla base della provenienza dei materiali facesse presumere una maggiore eterogeneità.

Il paramento di monte del rilevato è stato progettato con pendenze variabili: da 1/1,7 a 1/3,4 procedendo dal coronamento verso la base della diga; esso è difeso dall'azione erosiva provocata dalle onde e dalle oscillazioni del livello d'invaso da un rivestimento da lastroni in conglomerato cementizio.

Il rinfilo di valle, rivestito con un manto erboso, ha una inclinazione pari a 1/2; in prossimità del piede sono presenti due filtri a granulometria crescente.

L'opera di sbarramento è completata da un diaframma impermeabile longitudinale, che attraversa i depositi alluvionali sottostanti, aventi spessore massimo di circa 14 m, e che ha lo scopo di intercettare le acque di filtrazione al di sotto della diga. Il diaframma si intesta nella formazione stabile di base, caratterizzata da bassi valori della permeabilità e costituita dal Flysch marnoso-arenaceo in sponda sinistra e da sabbioni giallastri cementati in sponda destra. Per ridurre la permeabilità dei depositi alluvionali, si è effettuato un trattamento di iniezione con miscele cementizie.

Le opere di scarico realizzate in sponda destra sono costituite da uno scarico di superficie del tipo a calice con galleria di scarico e vasca di dissipazione allo sbocco e da uno scarico di fondo che utilizza la stessa galleria dello scarico di superficie.

Scarico di superficie: posizionato in spalla destra, è costituito da una soglia fissa del tipo a calice di diametro di mt. 22 e quota sfiorante a 463,00 m.s.l.m. che si immette nella galleria dello scarico di fondo. La portata massima di progetto dello scarico di superficie è pari a 350 mc/sec;

Scarico di fondo costituito da una galleria a sezione circolare del diametro di mt. 6,20 e lunghezza complessiva di mt. 508. la portata massima di progetto dello scarico di fondo è pari a 110 mc/sec;

Spagliatore di piena, a valle della galleria dello scarico di fondo, costituita da blocchi di cls: la dissipazione d'energia è accompagnata da un rigurgito che produce l'inondazione di una fascia di fondovalle scarsamente antropizzata e fittamente vegetata.

3. IL PROGETTO DEL 2007

Il Consorzio per la Bonifica della Capitanata già nel 2007, al fine di poter concludere il collaudo dello sbarramento San Pietro (ex art. 14 del D.P.R. 1/11/59 n. 1363) ha progettato un intervento volto al ripristino delle quote di progetto del coronamento poiché erano state ravvisate delle non rispondenze sulle quote in alcune sezioni dello sbarramento; a seguito di tale intervento (descritto nel seguito ai punti A, B e C) è stato possibile verificare attraverso la strumentazione geotecnica installata all'epoca della realizzazione dello sbarramento che il cedimento del rilevato si è del tutto esaurito.

A) Ripristino della sommità del nucleo

Per il ripristino della funzione del nucleo fino alla quota progettuale della sua sommità (465,30 m.s.l.m.) è stato realizzato, per tutto lo sviluppo del coronamento, a partire dal coronamento un diaframma plastico costituito da una miscela ternaria autoindurente che è stato attestato direttamente nel nucleo della diga per una profondità di circa 1 m, avente larghezza non inferiore a 0,50 m e spinto fino alla quota di 463,45 m.s.l.m.

B) Ripristino della quota di coronamento

Per il ripristino della quota di coronamento, rimossa preliminarmente la pavimentazione stradale e la relativa fondazione stradale, è stato eseguito un intervento volto a realizzare un sostegno su entrambi i lati della strada di coronamento e della relativa cunetta (sono stati montati pannelli di spessore di 14 cm in calcestruzzo armato). L'intervento è stato completato con il ripristino del pacchetto stradale (strato di fondazione strato di usura) fino alla quota di progetto di 466,80 m.s.l.m..

C) Ripristino muro paraonde

Il progetto, infine, è stato completato con la ricostruzione del muro paraonde, rialzato a quota 467,40 m.s.l.m. e con il ripristino della strumentazione di controllo e di monitoraggio topografica e geotecnica.

4. IL PROGETTO SULLA DIGA SAN PIETRO

Con Delibera CIPE 54/2016 e CIPE 12/2018 – FSC 2014-2020 – Piano Operativo Infrastrutture – Asse Tematico D: Messa in sicurezza del patrimonio infrastrutturale esistente – Linea d'Azione 4: Interventi di manutenzione straordinaria e messa in sicurezza dighe, sono stati finanziati per la Diga San Pietro gli “Interventi per la sicurezza funzionale e sismica” e nell'ambito di questo finanziamento è stato commissionato a professionista abilitato il “Servizio di progettazione degli interventi per la messa in sicurezza della casa di guardia della diga San Pietro sul torrente Osento e della passerella di collegamento con il pozzo di manovra della diga stessa”.

Le risultanze degli studi condotti hanno permesso di definire i seguenti interventi (le quote altimetriche indicate nel seguito sono state aggiornate a seguito di adeguamento delle stesse al punto trigonometrico installato dalla Regione Campania sullo sbarramento che presenta una correzione di -20,20 m rispetto alle quote utilizzate):

D) Sopraelevazione della quota di coronamento (aut. Min. n. 10649 del 20/05/22)

Gli studi di “Rivalutazione delle condizioni di sicurezza idraulica della Diga di San Pietro sull'Osento” condotti dal CUGRI e la verifica sul comportamento sismico della Diga eseguita dal Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica dell'Università La Sapienza di Roma, hanno permesso di definire un intervento di sopraelevazione di 0,80 m della quota del diaframma plastico di tenuta e della quota del coronamento, volto a risolvere le criticità di natura idraulica riscontrate nei confronti della piena millenaria (rispetto del franco netto e verifica di saturazione).

Suddetto intervento, autorizzato dal Ministero per le Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili Dipartimento per le opere pubbliche, le politiche abitative e urbane, le infrastrutture idriche e le risorse umane e strumentali - Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche - Ufficio tecnico per le dighe di Napoli con nota n. 10649 del 23/05/22, consisterà nella realizzazione di un nuovo diaframma plastico in adiacenza a quello esistente, come mostrato nella Figura 1 e 2.

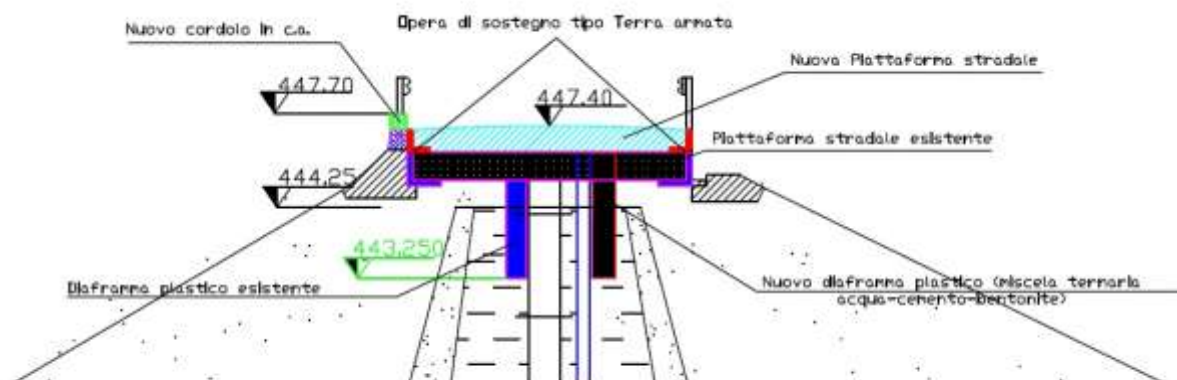


Figura 1: dettaglio dell'innalzamento in cresta allo sbarramento

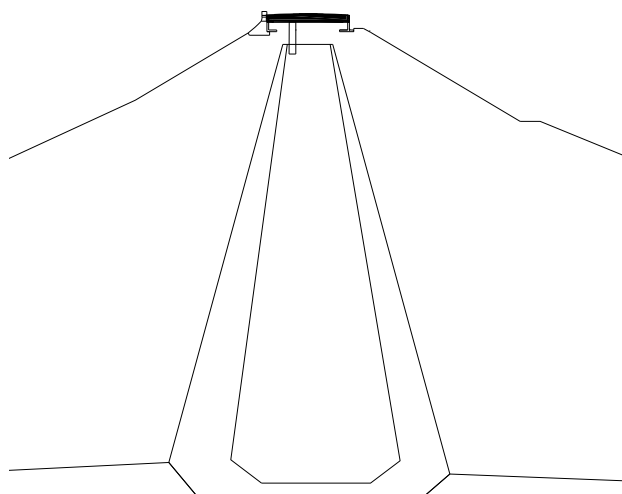


Figura 2: area dell'innalzamento (campita in nero) rispetto alle dimensioni della diga

Il diaframma plastico sarà eseguito demolendo preliminarmente la pavimentazione stradale esistente e la relativa fondazione, fino ad arrivare alla quota di imposta del nucleo esistente (444.25 m.s.l.m) e sarà realizzato mediante l'impiego di una miscela ternaria autoindurente con rapporto bentonite/acqua/ 0,042 - 0,047 e rapporto cemento/acqua 0,21 - 0,29 con l'aggiunta di additivi. La profondità di ammorsamento nel nucleo del nuovo diaframma sarà di almeno 1,00 m.

A tal proposito è stato acquisito parere da parte dell'Università La Sapienza di Roma, che ha già eseguito la verifica sul comportamento sismico e delle opere accessorie dello sbarramento (istruttoria prot. Min. 7076 del 1.04.22), dal quale emerge che il sopralzo della quota di coronamento progettato non necessita di ulteriori approfondimenti sia dal punto di vista statico che sismico poiché i risultati ottenuti nel già citato studio sul comportamento sismico debbano ritenersi validi anche nel caso in esame (si riporta in allegato alla presente la relazione a firma del Prof. L. Callisto).

E) Lavori di rinforzo strutturale della passerella di collegamento spalla dx-pozzo di manovra (aut. Min. n. 17992 del 22/08/22 con richiesta di integrazioni)

La passerella di collegamento della spalla destra al pozzo di manovra, ha una struttura in calcestruzzo armato ordinario e copre una luce netta complessiva di circa 18.4 m con due campate da 9.2 m. L'impalcato è costituito da una piastra in cls armato dello spessore di 18 cm sorretta da due travi aventi uguale sezione rettangolare 35 cm di base e 80 cm di altezza; le due travi sono collegate da trasversi di irrigidimento, sempre in cls armato, posti a interasse di 3 m aventi sezione 20 cm x 45 cm, oltre alle travi poste nelle tre sezioni di appoggio (pozzo, pila e spalla). La pila è costituita da una sezione in cemento armato a geometria tronco-conica di altezza pari a 12 m: la sezione di base è larga 394 cm e spessa 96 cm, mentre la sezione di sommità è larga 330 cm e spessa 60 cm.

Attualmente, dalle verifiche effettuate, la passerella non è in grado di sopportare i carichi variabili previsti dalla normativa vigente e, pertanto, è stato limitato il transito ai seguenti carichi variabili massimi (da traffico):

- Q1k : carico tandem da 90 kN (rispetto a 300 kN di norma);
- q1k : carico distribuito da 2,5 kN/mq (rispetto a 9 kN/mq di norma).

L'intervento progettato restituirà all'opera il normale impiego e consisterà in:

- sostituzione dell'impalcato esistente in cls armato con una struttura mista in cls-acciaio;
- ampliamento delle dimensioni del plinto di fondazione.

F) Lavori di rinforzo strutturale della casa di guardia (aut. Min. n. 18346 del 25/08/22 con richiesta di integrazioni)

Ha una struttura intelaiata in calcestruzzo armato ordinario; è regolare sia in pianta che in altezza; ha una pianta a forma rettangolare con lati 13,75 m e 9,60 m; le strutture portanti del fabbricato, tutte in cemento armato, sono costituite da:

- fondazione del tipo diretto, costituita da un graticcio di travi in c.a.
- pilastri prismatici in c.a. tutti delle dimensioni: 35x35;
- solai di tipo misto in c.a. e blocchi laterizi, a nervature parallele, con travetti prefabbricati, e soletta di ripartizione dello spessore di 4 cm; spessore complessivo del solaio 20 cm (16 cm +4 di soletta in c.a. gettato in opera, di completamento);
- travi in c.a. sia del tipo a vista che a spessore di solaio.

Dai riscontri delle verifiche della struttura intelaiata della Casa di Guardia, non si sono evidenziate insufficienti prestazioni ai carichi gravitazionali. Le verifiche sotto l'azione sismica hanno invece mostrato la vulnerabilità dei nodi trave-pilastro e la carenza a Taglio (meccanismi fragili) delle travi del piano primo dei telai principali.

L'intervento progettato, pertanto mirerà a confinare tutti i nodi esterni (non confinati) e a rinforzare le travi indicate negli elaborati progettuali con fasce a due strati di FRP della larghezza di 20 ad interasse di 80 cm.

G) Lavori di impermeabilizzazione della galleria di scarico

Durante le operazioni di rilievo eseguite sulle strutture della galleria di scarico è emerso che il rivestimento plastico interno esistente è danneggiato in più punti; per migliorare la tenuta delle opere in cemento della galleria si è previsto di rimuovere il rivestimento esistente fino all'altezza corrispondente alla portata massima scaricabile dalla valvola di derivazione (h=0,80-0,60 m) e successivamente di rivestirlo utilizzando un materiale impermeabilizzante a spruzzo (poliurea).

H) Lavori di impermeabilizzazione del pozzo di manovra

Al pozzo di manovra avente sezione circolare, situato in spalla destra, si accede tramite una scala elicoidale che permette di accedere all'area in cui sono installate la valvola di derivazione e le apparecchiature che regolano il funzionamento oleodinamico delle paratoie dello scarico di fondo.

Il pozzo e la scala di discesa sono realizzati in cemento armato ed in corrispondenza di alcuni punti della struttura verticale è possibile osservare delle piccole infiltrazioni di acqua proveniente dal lago; per eliminare tale problematica è stato previsto di impermeabilizzarlo per tutta l'altezza con un materiale impermeabilizzante a spruzzo (poliurea), previo trattamento delle zone del calcestruzzo ammalorate (nella misura stimata del 30% della superficie verticale).

5. QUADRO ECONOMICO DI SPESA

Il quadro economico della spesa necessaria è il seguente:

A	LAVORI		
A1	Importo totale lavori soggetti a ribasso	€.	1.601.907,66
A2	Oneri della sicurezza non compresi nei prezzi di stima	€.	58.672,42
A3	Importo complessivo lavori	€.	1.660.580,08
B	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
	Imprevisti	€.	138481,98
B1			
B2	Convenzione con il C.U.G.R.I.	€.	35.000,00
B3	Prove di laboratorio	€.	8.900,00
B4	Progettazione interventi messa in sicurezza casa di guardia e passerella di collegamento con il pozzo di manovra	€.	24.800,00
B5	Spese generali 15% di A1 di cui 2% per accantonamento art. 113 del D.Lgs 50/2016, € 33.211,60	€.	249.087,01
B6	I.V.A. 22% di A3	€.	365.327,62
B7	I.V.A 22% ed altre imposte su lavori a fattura (B2+B3+B4)	€.	16.324,00
	Importo complessivo somme a disposizione Amm.ne	€.	837.920,61
	COSTO COMPLESSIVO DELL'OPERA	€.	2.498.500,69